



日本国特許庁
PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

4552
09/764214

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日

Date of Application:

2000年12月28日

出願番号

Application Number:

特願2000-400361

出願人

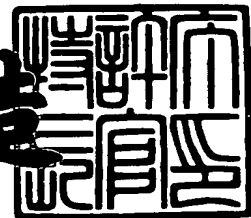
Applicant(s):

東芝医用システムエンジニアリング株式会社
株式会社東芝

2001年 1月26日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3002209

【書類名】 特許願

【整理番号】 A000007333

【提出日】 平成12年12月28日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G01N 24/00

【発明の名称】 磁気共鳴イメージング装置

【請求項の数】 39

【発明者】

【住所又は居所】 栃木県大田原市下石上字東山1385番の1 株式会社
東芝那須工場内

【氏名】 高森 博光

【発明者】

【住所又は居所】 栃木県大田原市下石上字東山1385番の1 株式会社
東芝那須工場内

【氏名】 勝沼 歩

【発明者】

【住所又は居所】 栃木県大田原市下石上字東山1385番の1 株式会社
東芝那須工場内

【氏名】 三浦 資弘

【発明者】

【住所又は居所】 栃木県大田原市下石上字東山1385番の1 株式会社
東芝那須工場内

【氏名】 油井 正生

【発明者】

【住所又は居所】 栃木県大田原市下石上字東山1385番の1 株式会社
東芝那須工場内

【氏名】 坂倉 良知

【発明者】

【住所又は居所】 東京都北区赤羽2丁目16番4号 東芝医用システムエ

ン지니어リング株式会社内

【氏名】 石井 学

【発明者】

【住所又は居所】 栃木県大田原市下石上字東山 1 3 8 5 番の 1 株式会社
東芝那須工場内

【氏名】 安原 康毅

【発明者】

【住所又は居所】 栃木県大田原市下石上字東山 1 3 8 5 番の 1 株式会社
東芝那須工場内

【氏名】 野上 和人

【発明者】

【住所又は居所】 栃木県大田原市下石上字東山 1 3 8 5 番の 1 株式会社
東芝那須工場内

【氏名】 鈴木 武城

【発明者】

【住所又は居所】 栃木県大田原市下石上字東山 1 3 8 5 番の 1 株式会社
東芝那須工場内

【氏名】 野崎 晴司

【発明者】

【住所又は居所】 栃木県大田原市下石上字東山 1 3 8 5 番の 1 株式会社
東芝那須工場内

【氏名】 町田 好男

【発明者】

【住所又は居所】 栃木県大田原市下石上字東山 1 3 8 5 番の 1 株式会社
東芝那須工場内

【氏名】 山中 正昭

【特許出願人】

【識別番号】 594164531

【氏名又は名称】 東芝医用システムエンジニアリング株式会社

【特許出願人】

【識別番号】 000003078

【氏名又は名称】 株式会社 東芝

【代理人】

【識別番号】 100058479

【弁理士】

【氏名又は名称】 鈴江 武彦

【電話番号】 03-3502-3181

【選任した代理人】

【識別番号】 100084618

【弁理士】

【氏名又は名称】 村松 貞男

【選任した代理人】

【識別番号】 100068814

【弁理士】

【氏名又は名称】 坪井 淳

【選任した代理人】

【識別番号】 100092196

【弁理士】

【氏名又は名称】 橋本 良郎

【選任した代理人】

【識別番号】 100091351

【弁理士】

【氏名又は名称】 河野 哲

【選任した代理人】

【識別番号】 100088683

【弁理士】

【氏名又は名称】 中村 誠

【選任した代理人】

【識別番号】 100070437

【弁理士】

【氏名又は名称】 河井 将次

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 011567

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 磁気共鳴イメージング装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

静磁場磁石と、傾斜磁場コイルと、高周波コイルと、前記傾斜磁場コイルを収容する密閉容器とを備える磁気共鳴イメージング装置において、

前記密閉容器は、環状のフランジを介して前記静磁場磁石又はその容器に接合されることを特徴とする磁気共鳴イメージング装置。

【請求項 2】

静磁場磁石と、傾斜磁場コイルと、高周波コイルと、前記傾斜磁場コイルを収容する密閉容器とを備える磁気共鳴イメージング装置において、

前記密閉容器は、端面に補強用凸部を有することを特徴とする磁気共鳴イメージング装置。

【請求項 3】

静磁場磁石と、傾斜磁場コイルと、高周波コイルと、前記傾斜磁場コイルを収容する密閉容器とを備える磁気共鳴イメージング装置において、

前記密閉容器のコーナーには、ラウンドがつけられていることを特徴とする磁気共鳴イメージング装置。

【請求項 4】

静磁場磁石と、傾斜磁場コイルと、高周波コイルと、前記傾斜磁場コイルを収容する密閉容器とを備える磁気共鳴イメージング装置において、

前記密閉容器は複数の容器部分からなり、前記容器部分どうしはパッキン材を介して接合されることを特徴とする磁気共鳴イメージング装置。

【請求項 5】

静磁場磁石と、傾斜磁場コイルと、高周波コイルと、前記傾斜磁場コイルを収容する密閉容器とを備える磁気共鳴イメージング装置において、

前記密閉容器は、窓を有することを特徴とする磁気共鳴イメージング装置。

【請求項 6】

前記傾斜磁場コイルには、前記窓を通して前記前記傾斜磁場コイルの位置を視

認するための目盛りが付けられていることを特徴とする請求項 5 記載の磁気共鳴イメージング装置。

【請求項 7】

静磁場磁石と、傾斜磁場コイルと、高周波コイルと、前記傾斜磁場コイルを収容する密閉容器とを備える磁気共鳴イメージング装置において、

前記傾斜磁場コイルの位置を前記密閉容器とは独立して変更するための機構が設けられていることを特徴とする磁気共鳴イメージング装置。

【請求項 8】

静磁場磁石と、傾斜磁場コイルと、高周波コイルと、前記傾斜磁場コイルを収容する密閉容器とを備える磁気共鳴イメージング装置において、

前記静磁場磁石は超電導磁石であり、この超電導磁石に対して熱交換を行うためにピストン運動を行うディスプレイサを有するコールドヘッドが設けられ、前記コールドヘッドには振動吸収機構が設けられていることを特徴とする磁気共鳴イメージング装置。

【請求項 9】

前記振動吸収機構は、商用電源の周波数で共振する特性を有することを特徴とする請求項 8 記載の磁気共鳴イメージング装置。

【請求項 10】

静磁場磁石と、傾斜磁場コイルと、高周波コイルと、前記傾斜磁場コイルを収容する密閉容器とを有する架台を備える磁気共鳴イメージング装置において、

前記架台には、前記傾斜磁場コイルの振動の周波数に対して固有振動数をシフトするために金属片又はゲル状物質が貼り付けられていることを特徴とする磁気共鳴イメージング装置。

【請求項 11】

静磁場磁石と、傾斜磁場コイルと、高周波コイルと、前記傾斜磁場コイルを収容する密閉容器とを有する架台を備える磁気共鳴イメージング装置において、

前記架台には、前記傾斜磁場コイルの振動の周波数に対して固有振動数をシフトするためにスリットが形成されていることを特徴とする磁気共鳴イメージング装置。

【請求項 1 2】

静磁場磁石と、傾斜磁場コイルと、高周波コイルと、前記傾斜磁場コイルを収容する密閉容器とを有する架台を備える磁気共鳴イメージング装置において、

前記架台には、共鳴周波数をシフトするために、質量の異なる複数の金属片又はゲル状物質が貼り付けられていることを特徴とする磁気共鳴イメージング装置

。

【請求項 1 3】

静磁場磁石と、傾斜磁場コイルと、高周波コイルと、前記傾斜磁場コイルを収容する密閉容器とを有する架台を備える磁気共鳴イメージング装置において、

前記密閉容器は、前記静磁場磁石から独立して構成されていることを特徴とする磁気共鳴イメージング装置。

【請求項 1 4】

静磁場磁石と、傾斜磁場コイルと、高周波コイルと、前記傾斜磁場コイルを収容する密閉容器とを有する架台を備える磁気共鳴イメージング装置において、

前記架台を構成する複数の部品の締結個所の一部では、金属接触が回避されていることを特徴とする磁気共鳴イメージング装置。

【請求項 1 5】

前記複数の部品の締結の他の個所は、電氣的に接触されていることを特徴とする請求項 1 4 記載の磁気共鳴イメージング装置。

【請求項 1 6】

前記金属接触を回避するために、前記部品どうしが樹脂ネジで締結されていることを特徴とする請求項 1 4 記載の磁気共鳴イメージング装置。

【請求項 1 7】

静磁場磁石と、傾斜磁場コイルと、高周波コイルと、前記傾斜磁場コイルと前記高周波コイルとの間の磁氣的干渉を抑制するための磁気シールドとを有する磁気共鳴イメージング装置において、

前記磁気シールドは、誘電体基板を挟んで両面にそれぞれ複数の短冊状の銅板が所定の間隔をあけて配列されており、隣り合う銅板の間にはコンデンサが接続されていることを特徴とする磁気共鳴イメージング装置。

【請求項 1 8】

静磁場磁石と、傾斜磁場コイルと、高周波コイルと、前記傾斜磁場コイルとを有する磁気共鳴イメージング装置において、

前記高周波コイルの回路ユニットは、撮影中心軸から見て前記傾斜磁場コイルよりも遠方に配置されることを特徴とする磁気共鳴イメージング装置。

【請求項 1 9】

静磁場磁石と、傾斜磁場コイルと、高周波コイルと、前記傾斜磁場コイルとを有する架台を備える磁気共鳴イメージング装置において、

前記高周波コイルの回路ユニットは、前記架台の床ベースに取り付けられることを特徴とする磁気共鳴イメージング装置。

【請求項 2 0】

静磁場磁石と、傾斜磁場コイルと、高周波コイルと、前記傾斜磁場コイルを収容する密閉容器とを有する磁気共鳴イメージング装置において、

前記密閉容器の内部空気を排気するためのポンプと、

前記ポンプを間欠的に運転するための制御回路とを具備することを特徴とする磁気共鳴イメージング装置。

【請求項 2 1】

前記ポンプと前記密閉容器との間の配管には電氣的制御の可能なバルブが設けられていることを特徴とする請求項 2 0 記載の磁気共鳴イメージング装置。

【請求項 2 2】

前記制御回路は、前記ポンプを間欠的に運転すると共に、前記ポンプのオンとオフとの切り替えタイミングに対して、前記バルブを開閉するタイミングをずらすことを特徴とする請求項 2 1 記載の磁気共鳴イメージング装置。

【請求項 2 3】

前記制御回路は、前記バルブを開くタイミングを前記ポンプの動作開始タイミングよりも所定時間遅延させ、前記バルブを閉じるタイミングを前記ポンプの停止タイミングよりも所定時間早めることを特徴とする請求項 2 2 記載の磁気共鳴イメージング装置。

【請求項 2 4】

静磁場磁石と、傾斜磁場コイルと、高周波コイルと、前記傾斜磁場コイルを収容する密閉容器とを有する磁気共鳴イメージング装置において、

前記密閉容器の内部空気を排気するためのポンプと、

前記密閉容器内部の真空度を検知するための真空計とを具備することを特徴とする磁気共鳴イメージング装置。

【請求項 2 5】

前記検知された真空度のデータを記録する記録部を更に備えることを特徴とする請求項 2 4 記載の磁気共鳴イメージング装置。

【請求項 2 6】

前記検知された真空度に基づいて、前記高周波コイルを介して収集したデータ又はそのデータから生成した画像を補正する補正部を更に備えることを特徴とする請求項 2 4 記載の磁気共鳴イメージング装置。

【請求項 2 7】

前記補正部は、前記検知された真空度に基づいて共鳴周波数のずれを推定し、この推定した共鳴周波数のずれに基づいて、前記高周波コイルを介して収集したデータから生成した複数のスペクトルに対して位相補正及び／又は周波数シフトを行ない、これらのスペクトルを加算することを特徴とする請求項 2 6 記載の磁気共鳴イメージング装置。

【請求項 2 8】

前記補正部は、前記検知された真空度に基づいて共鳴周波数のずれを推定し、この推定した共鳴周波数のずれに基づいて、前記高周波コイルを介して収集したデータから生成した複数の画像各々を位相エンコード方向にシフトし、これら複数の画像を加算又は減算することを特徴とする請求項 2 6 記載の磁気共鳴イメージング装置。

【請求項 2 9】

前記補正部は、前記検知された真空度に基づいて共鳴周波数のずれを推定し、この推定した共鳴周波数のずれに基づいて、前記高周波コイルを介して収集したデータから生成した複数の位相画像各々を位相シフトすることを特徴とする請求項 2 6 記載の磁気共鳴イメージング装置。

【請求項 3 0】

前記検知された真空度に基づいて前記密閉容器及び／又は前記ポンプのメンテナンス情報を出力する手段を更に備えることを特徴とする請求項 2 4 記載の磁気共鳴イメージング装置。

【請求項 3 1】

静磁場磁石と、傾斜磁場コイルと、高周波コイルと、前記傾斜磁場コイルを収容する密閉容器とを有する磁気共鳴イメージング装置において、

前記密閉容器の内部空気を排気するためのポンプと、

任意に設定された撮影条件に従って被検体からMR信号を発生させ及びそのMR信号を収集するために前記傾斜磁場コイル及び高周波コイルを駆動する手段と

、
前記撮影条件に応じて前記ポンプの運転パターンを変更するポンプ制御部とを具備することを特徴とする磁気共鳴イメージング装置。

【請求項 3 2】

静磁場磁石と、傾斜磁場コイルと、高周波コイルと、前記傾斜磁場コイルを収容する密閉容器とを有する磁気共鳴イメージング装置において、

前記密閉容器の内部空気を排気するためのポンプと、

被検体からMR信号を発生させ及びそのMR信号を収集するために前記傾斜磁場コイル及び高周波コイルを、複数種類のパルスシーケンスの中から選択されたパルスシーケンスに従って駆動させる制御部と、

前記選択されたパルスシーケンスに応じて、前記ポンプのオン時間を変更するポンプ制御部とを具備することを特徴とする磁気共鳴イメージング装置。

【請求項 3 3】

静磁場磁石と、傾斜磁場コイルと、高周波コイルと、前記傾斜磁場コイルを収容する密閉容器とを有する磁気共鳴イメージング装置において、

前記密閉容器の内部空気を排気するためのポンプと、

被検体からMR信号を発生させ及びそのMR信号を収集するために前記傾斜磁場コイル及び高周波コイルを、複数種類のパルスシーケンスの中から選択されたパルスシーケンスに従って駆動させる制御部と、

前記選択されたパルスシーケンスが第 1 のパルスシーケンスであるとき、前記ポンプを運転させ、前記選択されたパルスシーケンスが第 2 のパルスシーケンスであるとき、前記ポンプを停止させるポンプ制御部とを具備することを特徴とする磁気共鳴イメージング装置。

【請求項 3 4】

前記密閉容器の真空度を検知する真空計を更に備えることを特徴とする請求項 3 3 記載の磁気共鳴イメージング装置。

【請求項 3 5】

前記検知された真空度に応じて、前記高周波コイルを介して収集したデータの位相及び又は周波数を補正する処理部を更に備えることを特徴とする請求項 3 4 記載の磁気共鳴イメージング装置。

【請求項 3 6】

前記検知された真空度が所定の条件を満たしていないとき、前記傾斜磁場コイル及び高周波コイルの駆動及びデータ収集を停止する制御部を更に備えることを特徴とする請求項 3 3 記載の磁気共鳴イメージング装置。

【請求項 3 7】

静磁場磁石と、傾斜磁場コイルと、高周波コイルと、前記傾斜磁場コイルを収容する密閉容器とを有する磁気共鳴イメージング装置において、

前記静磁場の強度分布を補正するためのシムコイルと、

前記密閉容器の真空度を検知する真空計と、

前記検知された真空度に基づいて、前記シムコイルに供給する電流を変化させる手段とを具備することを特徴とする磁気共鳴イメージング装置。

【請求項 3 8】

静磁場磁石と、傾斜磁場コイルと、高周波コイルと、前記傾斜磁場コイルを収容する密閉容器と、磁場不均一性を補正するためのシムコイルとを有する磁気共鳴イメージング装置において、

前記密閉容器の真空度を検知するセンサと、

前記検知された真空度に基づいて、前記シムコイルへの駆動条件を変更する制御部とを具備することを特徴とする磁気共鳴イメージング装置。

【請求項 3 9】

静磁場磁石と、傾斜磁場コイルと、高周波コイルと、前記傾斜磁場コイルを収容する密閉容器とを有する磁気共鳴イメージング装置において、

前記密閉容器の内部空気を排気するためのポンプと、

前記密閉容器の真空度を検知する真空計と、

前記密閉容器の真空度が略 3 m m H g (0 . 7 k P a) 以下になるように前記検知された真空度に基づいて前記ポンプの運転を制御するポンプ制御部とを具備することを特徴とする磁気共鳴イメージング装置。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

本発明は、本発明は、医療診断用の磁気共鳴イメージング (M R I) 装置およびその遮音方法に係り、特に傾斜磁場コイルの駆動等に伴って発生する騒音を大幅に抑制できるようにした静音型の磁気共鳴イメージング装置に関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

医療診断用の磁気共鳴イメージング装置は、被検体内の原子核スピンの磁気共鳴現象に基づく画像化装置であり、非侵襲で、しかも X 線装置のように X 線被爆が無い状態で被検体内部の画像を得ることができる。このため、臨床の場でもその有用性が近年富に発揮されている。

【 0 0 0 3 】

一般に、MR 画像を得るための磁気共鳴イメージング装置は、撮影空間に被検体を挿入するガントリと、このガントリと共働させる装置本体とを備える。ガントリは、診断空間に静磁場を発生させるための超電導磁石などの静磁場磁石、静磁場に重畳させる線形の傾斜磁場を発生する傾斜磁場コイル、および高周波信号を送信するとともに MR 信号を受信する R F コイルを有する。撮像時には、所望のパルスシーケンスに沿ってそれらの静磁場磁石、傾斜磁場コイル、および R F コイルが駆動される。つまり、パルスシーケンスにしたがって、静磁場中に置かれた被検体に x , y , z 軸各方向の線形傾斜磁場が重畳され、被検体の原子核ス

ピンがラーモア周波数の高周波信号で磁氣的に励起される。この励起に伴って発生する磁気共鳴（MR）信号が検出され、この信号に基づいて被検体の例えば2次元断層像が再構成される。

【 0 0 0 4 】

このような磁気共鳴イメージングにおいて、近年、イメージングに要する時間を短縮したいというイメージングの高速化のニーズが非常に高くなっている。これに応えるべく、高速エコープラナーイメージング（EPI）法など、傾斜磁場パルス的高速スイッチング（高速反転）を伴うパルスシーケンスが開発され、実用化にも成功しているものもある。

【 0 0 0 5 】

傾斜磁場パルスを発生させると、その立上がりや反転時に傾斜磁場コイルに電磁気力が作用する。この電磁気力はコイルユニットに機械的歪みを起こさせ、これに端を発してユニット全体が振動する。このコイルユニットの振動に因り、空気振動が生じ、騒音が発生するという問題がある。

【 0 0 0 6 】

とくに、傾斜磁場パルスを高速反転させると、その振動は増大するから、高速化が進むほど発生する騒音も増大する。この騒音は、ガントリの撮影空間に横になっている被検体（患者）に非常な不快感や不安感を与えることがある。

【 0 0 0 7 】

このため、かかる騒音を排除すべく、傾斜磁場コイルのユニット全体を真空容器内に密封し、真空空間に抛り振動または騒音の空気伝搬を絶つという試みがある。

【 0 0 0 8 】

しかしながら、上述した従来の騒音対策法には依然として以下のような未解決の課題が在った。

傾斜磁場コイルを真空空間に密閉する密閉容器は、その真空空間を形成する容器やカバー類が静磁場磁石のカバーや筐体にジョイントされている。また傾斜磁場コイル自体も静磁場磁石の容器やカバー類に支持させた構造を成している。

【 0 0 0 9 】

このため、傾斜磁場コイルで生じた振動（騒音）の一部は真空空間で遮断されるが、振動の別の一部は傾斜磁場コイルの支持部を介して静磁場磁石等に伝搬してしまう。従って、傾斜磁場コイルで発生した振動により静磁場磁石も併せて振動し、ガントリ全体が言わば振動源となって大きな騒音を発生させてしまうという問題がある。

【 0 0 1 0 】

また、密閉容器のカバーを静磁場磁石のカバーにジョイントする部分には、Ｏリング構造を採用して内部をシールするようにしているが、その気密性は十分ではなく、十分な真空度を獲得することができない。このため騒音の空気伝搬を防止する効果は十分なものではない。

【 0 0 1 1 】

このように騒音防止の為に傾斜磁場コイルを密閉容器に収容させているが、このために容器内のコイルを外部から確認することができない。従って傾斜磁場コイルの位置の確認及び調整のために容器カバーを取り外す必要があり、作業負担が大きい。

【 0 0 1 2 】

また、騒音防止効果を高くするために、真空度を高くすると、密閉容器が変形する恐れがある。変形を防止するためには、密閉容器の強度を高めると、今度は、容器のサイズが大きくなり、また重くなる。従って、真空度を余り高くすることができない。

【 0 0 1 3 】

上述では、主に傾斜磁場コイルを発生源とする騒音に関して説明したが、振動発生源としては、他にもある。例えば、静磁場磁石として超電導コイルの普及が進んでいるが、この超電導コイルはクライオスタットに収めている。このクライオスタットのコールドヘッドのディスプレッサーがヘリウムガスの圧力によりピストン運動を行う。このピストン運動が、８０ｋシールド等の容器に伝搬し、騒音を発生させていた。このコールドヘッドを振動発生源とする騒音に対しては特に対策が施されていないのが現状である。

【 0 0 1 4 】

また、架台は多くの部品から構成される。これら部品の多くは金属製である。この金属部品どうしを締結するに際して、その間に電位差が生じている場合、傾斜磁場コイルを主な発生源とする振動によりいわゆるB電波が発生し、それをRFコイルで拾ってしまうことにより、また誘導電子が信号線に混入することにより、画質劣化が生じてしまうという問題もある。

【 0 0 1 5 】

また、RFコイルを磁氣的にシールドするために、その外側に磁気シールドを配置している。この磁気シールドは、樹脂基板の表面に、薄い短冊状の銅板を所定間隔を空けて平行に複数貼り付け、そして隣り合う銅板間にコンデンサを挿入する構造が一般的である。また、誘電体としての樹脂基板の表裏面に、薄い短冊状の銅板を対向させて所定間隔を空けて平行に複数貼り付け、これにより表裏面間でコンデンサ構造を実現するものもある。しかしそれらいずれの構造においても、コンデンサの容量不足に因り、十分なシールド効果が得られないという問題もある。

【 0 0 1 6 】

また、振動源としては、上述した傾斜磁場コイルだけではなく、RFコイルの同調回路を含む回路ユニットの導電性材料に傾斜磁場コイルからの漏れ磁場による渦電流が発生し、それによるローレンツ力に伴って振動が発生する。この振動に対しては特に対策が施されていないのが現状である。

【 0 0 1 7 】

また、密閉容器内部空気を排気するための真空引き用のポンプは比較的高い頻度でメンテナンスする必要があり、高速シーケンスの普及に伴って益々ポンプの負荷が増加する状況のもとでは、このポンプのメンテナンスの頻度を減らすことも今後の課題である。

【 0 0 1 8 】

さらに、密閉容器の真空度は、ポンプの運転状況や密閉容器の気密性の変動、その他様々な要因に因り、経時的に多少の変動は不可避である。この真空度の変動に因り、磁場強度も変動するので、共鳴周波数が変動し、これによる画像の劣化が懸念される。しかし、現状では、この真空度の変動による画質の劣化に対し

ては特に対策が施されていない。

【0019】

【発明が解決しようとする課題】

本発明の目的は、磁気共鳴イメージング装置において、傾斜磁場コイル等を発生源とする騒音を良好に抑制することにある。

【0020】

【課題を解決するための手段】

本発明は、静磁場磁石と、傾斜磁場コイルと、高周波コイルと、前記傾斜磁場コイルを収容する密閉容器とを備える磁気共鳴イメージング装置において、前記密閉容器は、環状のフランジを介して前記静磁場磁石又はその容器に接合されることを特徴とする。

【0021】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して本発明による磁気共鳴イメージング装置を好ましい実施形態により説明する。まず、磁気共鳴イメージング装置の基本的な構成について図1を参照して説明する。磁気共鳴イメージング装置は、画像診断対象の被検体を挿入配置する撮影空間を有した架台（ガントリ）14と、この架台14に隣接して配置される寝台18と、架台14および寝台18の動作を制御するとともにMR信号を処理する制御処理部（コンピュータシステム）とを備えている。なお、架台14には典型的にはその内側中央部に略円筒状に撮影空間が貫通して形成されている。この円筒状の撮影空間に対して、その軸方向をZとし、このZ方向に直交するX方向（左右方向）、Y方向（上下方向）を定義する。

【0022】

架台14は、静磁場電源2から電流供給を受けて、撮影空間に静磁場H0を発生する静磁場磁石1を備える。この静磁場磁石1は、典型的には、超電導磁石で構成される。静磁場磁石1の全体形状は、略円筒状に形成されている。磁石1のボア内には、傾斜磁場コイル3が配置される。傾斜磁場コイル3は、傾斜磁場電源4から個別に電流供給を受けてXYZ各軸に関する傾斜磁場を発生するための3組のコイル3x、3y、3zからなる。この傾斜磁場コイル3は、騒音対策

の為に、真空ポンプで内部が真空又はそれに近い状態に維持される密閉容器内に収容されている。

【 0 0 2 3 】

傾斜磁場コイル 3 のさらに内側には、高周波コイル (R F コイル) 7 が配置される。 R F コイル 7 には、送信器 8 T 及び受信器 8 R とが接続されている。送信器 8 T は、シーケンサ 5 の制御のもと、核磁気共鳴 (N M R) を励起させるためのラーモア周波数で振動する電流パルスを高周波コイル 7 に供給する。受信器 8 R は、高周波コイル 7 を介して M R 信号 (高周波信号) を受信し、各種の信号処理を施して、対応するデジタル信号を形成する。

【 0 0 2 4 】

シーケンサ 5 は、装置全体を管理するコントローラ 6 の制御の下に置かれている。コントローラ 6 には、入力器 1 3 が接続される。オペレーションは、入力器 1 3 を介して、スピンエコー法 (S E) やエコープラナー法 (E P I) 等の複数種類のパルスシーケンスの中から所望とするパルスシーケンスを選択することができる。コントローラ 6 は、選択されたパルスシーケンスをシーケンサ 5 にセットする。シーケンサ 5 は、セットされたパルスシーケンスにしたがって、 X 、 Y 、 Z 軸方向の各傾斜磁場の印加タイミング、その強度、高周波磁場の印加タイミング、振幅、継続時間等を制御する。

【 0 0 2 5 】

演算ユニット 1 0 は、受信器 8 R で形成された M R 信号 (デジタルデータ) を入力して、内蔵するメモリで形成される 2 次元フーリエ空間への実測データの配置、画像再構成のためのフーリエ変換などの処理を行い、画像データやスペクトルデータを発生する。記憶ユニット 1 1 は、演算された画像データを保管する。表示器 1 2 は、画像を表示する。

【 0 0 2 6 】

次に以上のような基本構成を備える磁気共鳴イメージング装置に関する実施形態について説明する。

【 0 0 2 7 】

(第 1 実施形態)

図 2 は、第 1 実施形態に係る磁気共鳴イメージング装置の架台の縦断面図を示している。傾斜磁場コイル 1 0 2 は、ノン・シールド型であってもよいし、アクティブシールド型であってもよい。傾斜磁場コイル 1 0 2 は、その巻線として x コイル、y コイルおよび z コイルを有する。それら x コイル、y コイルおよび z コイルは、円筒形状を有するボビンに含浸される。

【 0 0 2 8 】

この略円筒形状を有する傾斜磁場コイル 1 0 2 は、床面上に設置された重量のあるコンクリート製の架台ベース 1 2 5 上に支持されている。また、傾斜磁場コイル 1 0 2 は、密閉容器 1 3 3 に收容されている。密閉容器 1 3 3 は、その内壁を構成する略円筒形状を有するライナー 1 3 1 と、その真空蓋 1 3 2 とを有する。密閉容器 1 3 3 の背面は、静磁場磁石（ここでは超電導コイル）を極低温環境に置くためのクライオスタット 1 1 6 の内壁 1 1 7 で閉じられている。クライオスタット 1 1 6 の側壁 1 1 8 は、接合板 1 3 5 で真空蓋 1 3 2 に接合されている。密閉容器 1 3 3 と架台ベース 1 2 5 との間は、密閉容器 1 3 3 の気密性を保つために、真空ベローズ 1 3 4 でつなぎ合わされている。

【 0 0 2 9 】

密閉容器 1 3 3 の内部空気は、真空ポンプにより排気され、密閉容器 1 3 3 の内部は真空又はそれに近い状態に保持されている。それにより傾斜磁場コイル 1 0 2 を発生源とする騒音の空気伝搬を防止している。

【 0 0 3 0 】

ライナー 1 3 1 の内面には、R F コイル 1 0 3 が配置され、この R F コイル 1 0 3 を介して被検体に高周波磁場を印加し、また被検体からの M R 信号を受信する。

【 0 0 3 1 】

このような構成において、クライオスタット 1 1 6 の側壁 1 1 8 と、接合板 1 3 5 との接続部分において真空リークが生じやすい。この真空リークを防止するために、クライオスタット 1 1 6 の側壁 1 1 8 と接合板 1 3 5 との間に、真空シール用の O リング 1 0 8 を挟み込んでいる。しかし、クライオスタット 1 1 6 の側壁 1 1 8 の面精度はあまり高くない。そのためクライオスタット 1 1 6 の側面

1 1 8 に対する O リング 1 0 8 の接触精度が余り高くなく、O リング 1 0 8 のシール性能は十分ではない。

【 0 0 3 2 】

これに対して本実施形態では、図 3 に示すように、クライオスタット 1 1 6 の側壁 1 1 8 に、環状のフランジ 1 0 6 を溶接し（参照番号 1 0 7）、このフランジ 1 0 6 に対して、密閉容器 1 3 3 の接合板 1 3 5 を O リング 1 0 8 を介してボルト 1 0 9 で固定するようにしている。フランジ 1 0 6 は削り出し等により高い精度で成形することができる。従って、フランジ 1 0 6 は O リング 1 0 8 と良好に接触することができるので、O リング 1 0 8 のシール性能を最大限引き出すことができる。また、クライオスタット 1 1 6 の側壁 1 1 8 とフランジ 1 0 6 と接続は、溶接により行うので、この間の気密性は確保される。従って、密閉容器 1 3 3 の内部の略真空状態を維持することができ、振動や騒音の空気伝搬を良好に遮蔽することができる。

【 0 0 3 3 】

（第 2 実施形態）

図 4（a）には、第 2 実施形態に係る傾斜磁場コイルの密閉容器の外観を示している。騒音対策の為に傾斜磁場コイルは、略真空状態に保持される密閉容器 2 0 1 に収容される。このため従来では、傾斜磁場コイルの位置を確認するために、密閉容器 2 0 1 を部分的に解体する必要があった。

【 0 0 3 4 】

これに対して本実施形態では、密閉容器 2 0 1 の側壁 2 0 7 それぞれは、左右一対に円形に削り抜かれている。この部分に、可視光透過性のガラス又は繊維強化プラスチック等から作成される窓 2 0 2 がはめ込まれている。この窓 2 0 2 を通して密閉容器 2 0 1 内の傾斜磁場コイルの位置を外部から簡単に視認することができる。

【 0 0 3 5 】

図 4（b）に示すように、傾斜磁場コイル 2 0 4 には、その位置を表す目盛り 2 0 6 が取り付けられている。目盛り 2 0 6 は、窓 2 0 2 を通して視認することができる。この目盛り 2 0 6 を見ながら、静磁場磁石 2 0 5 に対する傾斜磁場コ

イル 2 0 4 の相対的な位置を客観的に把握することができる。

【 0 0 3 6 】

また、図 4 (c) に示すように、密閉容器 2 0 1 の脚部 2 0 3 は、ベース 2 1 2 を有する。このベース 2 1 2 に垂直に開けられた孔に、傾斜磁場コイル 2 0 4 を支持する支柱 2 1 3 が上下に移動可能にはめ込まれている。支柱 2 1 3 の外周にはねじ山が切られており、このねじ山に、交差軸でネジ 2 1 5 がかみ合わされている。ネジ 2 1 5 の先端部のダイヤル 2 1 4 を回転することにより、容器 2 0 1 の内部で、支柱 2 1 3 が傾斜磁場コイル 2 0 4 と共に上下方向に移動する。これにより静磁場磁石 2 0 5 に対して、傾斜磁場コイル 2 0 4 の相対的な位置を調整することができる。

【 0 0 3 7 】

このように容器を解体しなくても、傾斜磁場コイルを外部から視認することができ、しかも位置調整を行うことができるので、気密性が劣化する機会を減らすことができる。これにより容器の気密性を確保して、振動や騒音の空気伝搬の遮蔽効果を高くすることができる。

【 0 0 3 8 】

また、図 4 (d) に示すように、密閉容器 2 0 1 の側壁 2 0 7 に、接合板 2 3 5 を介して静磁場磁石容器 2 1 7 に接合するが、その側壁 2 0 7 と接合板 2 3 5 とを接合するコーナーの部分に、ラウンドをつける。同様に、側壁 2 0 7 と接合板 2 3 5 との接合部分だけでなく、密閉容器 2 0 1 の円筒状の内壁（ライナー）と接合板 2 3 5 とを接合するコーナーの部分にも、ラウンドをつける。これらにより傾斜磁場コイルを収容している密閉容器の大気圧に対する耐性を向上させることができる。

【 0 0 3 9 】

(第 3 実施形態)

図 5 には、第 3 実施形態に係る傾斜磁場コイルの密閉容器の外観を示している。傾斜磁場コイルは、密閉容器 3 0 1 に収容される。傾斜磁場コイル 1 0 2 を発生源とする騒音の空気伝搬を防止するために、密閉容器 3 0 1 の内部空気は、真空ポンプにより排気され、密閉容器 1 3 3 の内部は真空又はそれに近い状態に保

持されている。それにより密閉容器133は大気圧を受ける。このため、密閉容器133の強度が重要である。上記第2実施形態では、密閉容器133の側壁204に窓302を取り付けている。本実施形態では、この窓302の部分の強度を増加させるために、当該窓302の周囲の側壁304を、ハーフパイプのような丸み形状を有する凸部303に形成することで、窓302の周囲の部分の強度を補強するようにしている。

【0040】

この補強により密閉容器301の真空度（内部圧力）を十分高める（下げる）ことができ、振動や騒音の空気伝搬の遮蔽効果を高くすることができる。

【0041】

さらに、図6に示すように、密閉容器301は、その内壁を構成する略円筒形状を有するライナー309と、その真空蓋307とを有する。密閉容器301の背面は、静磁場磁石（ここでは超電導コイル）を極低温環境に置くためのクライオスタット306の内壁で閉じられている。クライオスタット306の側壁311は、真空蓋307に接合されている。

【0042】

実際の製造工程では、クライオスタット306の長さL1に対して、それをはめ込む密閉容器301の開口部分の長さL2が合わないことがある。この場合、容器301の気密性が低下して、真空リークが発生する。これを解決するために、本実施形態ではさらに、密閉容器301のライナー309と真空蓋307との間に、環状のパッキング310を挟み込むことができるようになっている。従って、クライオスタット306の長さL1に対して、それをはめ込む密閉容器301の開口部分の長さL2が合わないときには、適当な幅のパッキング310を挟んで密閉容器301のライナー309と真空蓋307とを接合することで、クライオスタット306の長さL1に対して、それをはめ込む密閉容器301の開口部分の長さL2を容易に合わせることができる。

【0043】

このパッキング310により密閉容器301とクライオスタット306との接合精度を向上して、容器301の気密性を高めることができる。それにより振動

や騒音の空気伝搬の遮蔽効果を高くすることができる。

【 0 0 4 4 】

(第 4 実施形態)

磁石架台における振動や騒音の発生源は、傾斜磁場コイルだけではない。例えば、静磁場磁石として採用した超電導コイルの熱交換器がある。図 7、図 8 には、本実施形態に係る熱交換器の断面図を示している。超電導コイル 4 0 1 は、クライオスタット 4 0 4 に收容されている。クライオスタット 4 0 4 は、超電導コイル 4 0 1 を液体窒素とともに收容する液体窒素槽の外周を熱輻射シールド 4 0 2, 4 0 5, 4 0 6 で多重に取り囲むように構成される。

【 0 0 4 5 】

このクライオスタット 4 0 4 には、シールド 4 0 2 から吸熱し、それを外部に排熱する熱交換器 4 0 7 が設けられている。熱交換器 4 0 7 は、底部がシールド 4 0 2 に接触されているシリンダー 4 0 8 と、シリンダー 4 0 8 を蓋するもので、ヘリウムガス He により冷却されているコールドヘッド 4 1 1 と、シリンダー 4 0 8 内であって、その底部とコールドヘッド 4 1 1 との間をヘリウムガス He の圧力によりピストン運動をするディスプレッサー 4 0 9 と、真空ベローズ 4 1 0 とから構成されている。

【 0 0 4 6 】

ディスプレッサー 4 0 9 が底部にあるとき、ディスプレッサー 4 0 9 はシールド 4 0 2 から熱を吸収する。ディスプレッサー 4 0 9 が頂部にあるとき、ディスプレッサー 4 0 9 はコールドヘッド 4 1 1 に熱を渡す。このような動作を繰り返すことで、シールド 4 0 2 から排熱することができる。

【 0 0 4 7 】

上述したようにディスプレッサー 4 0 9 は、シリンダー 4 0 8 内をピストン運動をするので、振動が発生する。この振動は、シールド 4 0 2, 4 0 5, 4 0 6 に機械的に伝搬する。それにより騒音が発生する。

【 0 0 4 8 】

この振動を吸収するために、コールドヘッド 4 1 1 に動的収振器 4 1 4 が搭載されている。この動的収振器 4 1 4 は、弾性体として例えばバネ 4 1 2 の伸縮方

向がディスプレッサー 4 0 9 のピストン運動の方向と略平行になるように、バネ 4 1 2 がコールドヘッド 4 1 1 上に接続され、このバネ 4 1 2 に重り 4 1 3 が接続されている。ディスプレッサー 4 0 9 がピストン運動をすると、それに追従して重り 4 1 3 が上下動をする。それによりディスプレッサー 4 0 9 を発生源とするコールドヘッド 4 1 1 の振動が動的収振器 4 1 4 に吸収され、結果的に騒音が軽減される。

【 0 0 4 9 】

通常、ディスプレッサー 4 0 9 は商用電源の周波数でピストン運動をする。動的収振器 4 1 4 は、この周波数でピストン運動をするディスプレッサー 4 0 9 を発生源とする振動に共振するように、バネ 4 1 2 の弾力及び重り 4 1 3 の質量が設定されている。これにより効果的に振動を吸収することができる。

【 0 0 5 0 】

なお、図 9 に示すように、シリンダー 4 0 8 - 1, 4 0 8 - 2、ディスプレッサー 4 0 9 - 1, 4 0 9 - 2、コールドヘッド 4 1 1 - 1, 4 1 1 - 2 を 2 つずつ設け、つまり熱交換器を 2 系統設け、それら 2 系統の熱交換器を、ピストン運動軸が互いに対向するようにアレンジし、そしてディスプレッサー 4 0 9 - 1, 4 0 9 - 2 を互いに逆相でピストン運動をさせるようにしても、振動は軽減される。

【 0 0 5 1 】

(第 5 実施形態)

図 1 0 は、第 5 実施形態に係る磁気共鳴イメージング装置の架台の縦断面図を示している。傾斜磁場コイル 5 0 2 は、その巻線として x コイル、y コイルおよび z コイルを有する。それら x コイル、y コイルおよび z コイルは、円筒形状を有するボビンに含浸される。この略円筒形状を有する傾斜磁場コイル 5 0 2 は、床面上に設置された重量のあるコンクリート製の架台ベース 5 2 5 上に支持されている。また、傾斜磁場コイル 5 0 2 は、密閉容器 5 3 3 に収容されている。密閉容器 5 3 3 は、その内壁を構成する略円筒形状を有するライナー 5 3 1 と、その真空蓋 5 3 2 とを有する。密閉容器 5 3 3 の背面は、静磁場磁石（ここでは超電導コイル）を極低温環境に置くためのクライオスタット 5 1 6 の内壁 5 1 7 で

閉じられている。クライオスタット 5 1 6 の側壁 5 1 8 は、接合板 5 3 5 で真空蓋 5 3 2 に接合されている。密閉容器 5 3 3 と架台ベース 5 2 5 との間は、密閉容器 5 3 3 の気密性を保つために、真空ペローズ 5 3 4 でつなぎ合わされている。

【 0 0 5 2 】

傾斜磁場コイル 5 0 2 の振動は、密閉容器 5 3 3 に機械的に伝搬する。傾斜磁場コイル 5 0 2 の振動の周波数は、パルスシーケンスの傾斜磁場の交番周波数に等価である。この傾斜磁場コイル 5 0 2 の振動に対して、密閉容器 5 3 3 のライナー 5 3 1 及び真空蓋 5 3 2 が共振しないように、つまり傾斜磁場コイル 5 0 2 の振動周波数に対して、ライナー 5 3 1 の固有振動数及び真空蓋 5 3 2 の固有振動数の固有振動数がそれぞれ相違するように、ライナー 5 3 1 及び真空蓋 5 3 2 に離散的に重り 5 4 1、5 4 2、5 4 3、5 4 4 が装着されている。

【 0 0 5 3 】

真空蓋 5 3 2 に装着される重り 5 4 4 は、例えば非磁性の金属片である。また、ライナー 5 3 には、その内壁に沿って円環形状のゲル状の物質 5 4 1、5 4 2、5 4 3 が、装着される。物質 5 4 1、5 4 2、5 4 3 が装着される場所は、RF コイル 5 0 3 の Q 値の低下を避けるために、RF コイル 5 0 3 の外側である。

【 0 0 5 4 】

このような構造によると、傾斜磁場コイル 5 0 2 の振動に対して、密閉容器 5 3 3 のライナー 5 3 1 及び真空蓋 5 3 2 が共振しない。従って騒音が低減される。

【 0 0 5 5 】

なお、ライナー 5 3 1 及び真空蓋 5 3 2 に重りを装着する代わりに、又はそれと共に、ライナー 5 3 1 及び真空蓋 5 3 2 の厚さを部分的に薄くするようにしてもよい。要するに、固有振動数をずらすために、ライナー 5 3 1 及び真空蓋 5 3 2 の質量を部分的に増減することが本実施形態のポイントである。また、固有振動数のシフトとともに、補強の為に、梁や筋交いを入れるようにしてもよい。

【 0 0 5 6 】

(第 6 実施形態)

図 1 1 は、第 6 実施形態に係る磁気共鳴イメージング装置の架台の縦断面図を示している。傾斜磁場コイル 6 0 2 は、その巻線として x コイル、y コイルおよび z コイルを有する。それら x コイル、y コイルおよび z コイルは、円筒形状を有するボビンに含浸される。この略円筒形状を有する傾斜磁場コイル 6 0 2 は、床面上に設置された重量のあるコンクリート製の架台ベース 6 2 5 上に支持されている。また、傾斜磁場コイル 6 0 2 は、密閉容器 6 3 3 に收容されている。密閉容器 6 3 3 は、略円筒形状を有するライナー 6 3 1 と、その略円環板形状を有する真空蓋 6 3 2 と、略円筒形状を有するバックケーシング 6 3 4 とを有する。密閉容器 6 3 3 のバックケーシング 6 3 4 の外側には、静磁場磁石（ここでは超電導コイル）を極低温環境に置くためのクライオスタット 6 1 6 が配置されている。ライナー 6 3 1 の内面には、RF コイル 6 3 5 が配置され、この RF コイル 6 3 5 を介して被検体に高周波磁場を印加し、また被検体からの MR 信号を受信する。

【 0 0 5 7 】

本実施形態のポイントは、傾斜磁場コイル 6 0 2 を收容する密閉容器 6 3 3 に、クライオスタット 6 1 6 の内壁を利用していないこと、換言すると、密閉容器 6 3 3 は、クライオスタット 6 1 6 とは完全に別体で構成することにある。傾斜磁場コイル 6 0 2 を收容する密閉容器 6 3 3 に、クライオスタット 6 1 6 の内壁を利用する場合、クライオスタット 6 1 6 の低い面精度及び寸法誤差等を原因として、その接合部分において真空リークが発生しやすい。しかし、本実施形態では、密閉容器 6 3 3 にクライオスタット 6 1 6 を接合しない、つまり密閉容器 6 3 3 を単独で製作するので、クライオスタット 6 1 6 の低い面精度及び寸法誤差等に依存することなく、高い気密性を達成することができる。

【 0 0 5 8 】

(第 7 実施形態)

第 7 実施形態は、架台内の金属部品どうしの擦れ合いによる B 電波の発生及び誘導電子の発生防止を目的としてなされたものであり、物理的に振動する又はその振動が伝播する磁気共鳴装置の架台を構成するすべての金属部品の締結に適用可能である。

【 0 0 5 9 】

架台は非常に多くの金属部品から構成されており、これら部品を締結するには主に金属ネジが使われている。例えば、図 1 2 (a) に示すように、金属製の架台フレーム 7 2 4 に、銅製のチューナ板 7 2 4 を取り付ける場合、従来では、金属ネジ 7 2 3 と金属インサート 7 2 2 とを使うことが一般的である。また架台内には多くのコンデンサが設けられているが、このコンデンサをチューナ板等に取り付ける場合、また R F コイルチューナのコネクタをチューナ板に締結する場合にも、金属ネジが多く使われている。このように架台内では部品の固定には殆どの個所で金属ネジが使われており、図 1 2 (b) に示すように、この金属ネジと金属部品、さらには金属部品どうしが上述した激しい振動により擦れ合うと、いわゆる B 電波が発生する。この B 電波は R F コイルで拾われてしまい、画像アーチファクトを発生させることがあるが、最近までそれほど問題視されることは無かった。しかし、近年の傾斜磁場高速化及び高強度化を実現するためにますます高電圧化が進み、それに伴って B 電波もますます強くなる傾向にある。現在では既に、この強くなった B 電波ノイズに起因する画像アーチファクトが無視できないほどに拡大している。また、B 電波だけでなく、例えばコネクタとチューナ板との間の接触、振動によって誘導される電子が、そのまま信号線に混入し、画像アーチファクトを発生させることも問題視されている。

【 0 0 6 0 】

本実施形態は、このようなノイズの原因になる B 電波や誘導電子の発生を防止することを目的としてなされたものである。

【 0 0 6 1 】

架台は、周知の通り、静磁場磁石、傾斜磁場コイル、R F コイルを主な構成要素とする磁石装置であり、多くの金属部品を備えている。これら金属部品を他の部品に取り付ける個所も膨大に存在する。この取付個所は大きく 2 種類に分けることができ、図 1 3, 図 1 4 に示すように、一方は、R F コイルを構成する銅板 7 0 9, 7 1 0 どうし取り付け、その R F コイル銅板 7 0 9, 7 1 0 とコンデンサ 7 1 1 との取り付け、R F コイル銅板 7 1 0 とリード銅板 7 0 3 との取り付け、リード銅板 7 0 3 と R F コイルチューナの銅板 7 0 4 との取り付け、R F コイ

ルチューナの銅板 7 0 4 とコネクタ 7 0 6 との取り付け、R F コイルチューナの銅板 7 0 4 とコンデンサ 7 1 5 との取り付けに代表されるような部品どうしを物理的に固定するとともに、電氣的な接続を必要とする個所であり、他方は、単に、部品どうしを物理的に固定することを主目的として、電氣的な接続を必要としない個所である。

【 0 0 6 2 】

前者の個所で、最も好ましいは、半田 7 0 5 を使って取り付けることである。この場合、部品どうしでは擦れ合いはおきないので、B 電波は生じないし、誘導電子も発生しない。しかし、半田では締結力が弱くて使えない個所も在る。この個所には、ネジが使われる。

【 0 0 6 3 】

図 1 5 には、その一例として、樹脂ネジ 7 3 3 を使って金属部品 7 3 1, 7 3 2 どうしを取り付ける例を示している。従来では金属ネジを使っていたので、この金属ネジと金属部品 7 3 1 との間、及び金属ネジと金属部品 7 3 2 との間の擦れ合いにより B 電波及び誘導電子が発生することは避けられなかった。しかし、本例では、樹脂ネジ 7 3 3 を使うので、これらの発生は防止できる。

【 0 0 6 4 】

図 1 6 に、他の例として、金属ネジ 7 3 4 を使って金属部品 7 3 1, 7 3 2 どうしを取り付ける例を示していて、金属ネジ 7 3 4 と金属部品 7 3 1 との間の接触を避けるために、略円筒形の樹脂スペーサ 7 3 5 を用い、また金属ネジ 7 3 4 と金属部品 7 3 2 との間の接触を避けるために、樹脂タップ 7 3 6 を用いている。この例では、金属ネジ 7 3 4 を使いながらも、その金属ネジ 7 3 4 と金属部品 7 3 1 との間、また金属ネジ 7 3 4 と金属部品 7 3 2 との間を、樹脂部材 7 3 5, 7 3 6 で絶縁していることで、B 電波及び誘導電子の発生を防止することができる。

【 0 0 6 5 】

もちろん図 1 5, 図 1 6 のいずれの取り付け方法を採用してもよいし、両方法を形容してもよい。また、架台内の当該個所全てに図 1 5, 図 1 6 の取り付け方法を採用しなくても、一部の個所だけに採用するだけでも、B 電波及び誘導電子

の発生を減少させるという効果が期待できる。

【 0 0 6 6 】

後者の取り付け個所、つまり単に、部品どうしを物理的に固定することを主目的として、電氣的な接続を必要としない個所では、例えば図 1 7 に示すように、樹脂ネジ 7 3 3 で金属部品 7 3 7, 7 3 8 を取り付けるのであるが、金属部品 7 3 7, 7 3 8 の間に絶縁シート 7 3 9 をはさみ込むことで、従来のような金属ネジと金属部品間の擦れ合いによる B 電波及び誘導電子の発生を防止することだけでなく、金属部品 7 3 7, 7 3 8 の間の擦れ合いによる B 電波及び誘導電子の発生を防止することも可能である。

【 0 0 6 7 】

また、図 1 8 の例では、金属ネジ 7 3 4 を使って、金属部品 7 3 7, 7 3 8 どうしを取り付ける例を示していて、金属ネジ 7 3 4 と金属部品 7 3 7 との間の接触を避けるために、略円筒形の樹脂スペーサ 7 4 0 を用い、また金属ネジ 7 3 4 と金属部品 7 3 8 との間の接触を避けるために、樹脂タップ 7 4 1 を用いている。この例では、金属ネジ 7 3 4 を使いながらも、その金属ネジ 7 3 4 と金属部品 7 3 7 との間、また金属ネジ 7 3 4 と金属部品 7 3 8 との間を、樹脂部材 7 4 0, 7 4 1 で絶縁していることで、B 電波及び誘導電子の発生を防止することができる。

【 0 0 6 8 】

もちろん図 1 7, 図 1 8 のいずれの取り付け方法を採用してもよいし、両方法を形容してもよい。また、架台内の当該個所全てに図 1 7, 図 1 8 の取り付け方法を採用しなくても、一部の個所だけに採用するだけでも、B 電波及び誘導電子の発生を減少させるという効果が期待できる。

【 0 0 6 9 】

また、金属部品どうしの取り付けだけでなく、金属部品と、コイルボビン等の樹脂部品との取り付け個所においても、図 1 7 や図 1 8 の取り付け方法を採用することで、従来発生していた金属ネジと金属部品との擦れ合いによる B 電波及び誘導電子の発生を防止することができる。

【 0 0 7 0 】

(第 8 実施形態)

第 8 実施形態は、R F コイルの外周に配置される R F シールドの改良に関する。R F シールドは、R F コイルを外部に対して磁氣的に隔離して、R F コイルに外部から入ってくる電磁波ノイズを遮蔽するために、典型的には銅製の筒で構成される。この銅製の筒には、傾斜磁場の高速スイッチングに因り渦電流が生じ、傾斜磁場に歪みを生じさせる。この渦電流の時定数を短縮するために、多くのスリットが銅製筒に形成されている。

【 0 0 7 1 】

また、傾斜磁場のような比較的周波数の低い（1 0 0 K H z 程度まで）磁場は通過し、励起パルス等の数 M H z ～ 数 1 0 M H z の高周波磁場は遮断する、つまり低周波インピーダンスを高くし、高周波インピーダンスを低くするために、スリットをまたいで銅板間にコンデンサが接続されている。他の R F シールドの従来構成として、誘電体基板の表面に複数の銅板を隙間（スリット）をあけて貼り付け、さらに裏面にも複数の銅板を貼り付けることにより、表裏面間に容量を形成した R F シールドもある。

【 0 0 7 2 】

エコー・プラナー・イメージング（E P I）のような高速イメージング法が、例えば心臓の撮影などには必要とされているが、これには極めて迅速な傾斜磁場の応答が不可欠となる。このために、細かい刻み（間隔）で多数のスリットを設ける必要が生じる。しかし多数のスリットを設けると、銅板面積の低下に伴って容量が低下し、それにより個々のスリットにおける高周波的な短絡が不完全となる。その結果、シールド機能は不完全になる。

【 0 0 7 3 】

本実施形態は、スリットの数を増加させることと、容量の低下を防止することとをともに実現するものである。

図 1 9 に、本実施形態に係る R F シールドの部分的な斜視図を示している。誘電体基板 8 0 1 の表面に複数の銅板 8 0 2 が所定の隙間（スリット）8 0 5 をあけて貼り付けられている。誘電体基板 8 0 1 の裏面にも、同様に、複数の銅板 8 0 3 が所定の隙間（スリット）8 0 6 をあけて貼り付けられている。誘電体基板

801を挟んで対向する銅板802、803の間に、容量が形成される。

【0074】

さらに、誘電体基板801の表面において、隣り合う銅板802の間にコンデンサ804が接続される。同様に、誘電体基板801の裏面において、隣り合う銅板803の間にコンデンサ805が接続される。

【0075】

このように構成では、表面のコンデンサ804と、裏面のコンデンサ805と、そして表面の銅板802と裏面銅板803との間の容量との合計容量は、高周波的な短絡を完全にするのに十分な容量として確保されえる。

【0076】

(第9実施形態)

図20は、第9実施形態に係る磁気共鳴イメージング装置の架台の縦断面図を示している。傾斜磁場コイル902は、その巻線としてxコイル、yコイルおよびzコイルを有する。それらxコイル、yコイルおよびzコイルは、円筒形状を有するボビンに含浸される。この略円筒形状を有する傾斜磁場コイル902は、床面上に設置された重量のあるコンクリート製の架台ベース925上に支持されている。また、傾斜磁場コイル902は、密閉容器933に收容されている。密閉容器933は、その内壁を構成する略円筒形状を有するライナー931と、その真空蓋932とを有する。密閉容器933の背面は、静磁場磁石（ここでは超電導コイル）を極低温環境に置くためのクライオスタット916の内壁917で閉じられている。クライオスタット916の側壁918は、接合板935で真空蓋932に接合されている。密閉容器933と架台ベース925との間は、密閉容器933の気密性を保つために、真空ベローズ934でつながり合っている。

【0077】

ライナー931の内面には、RFコイル903が配置される。このRFコイル903には送信器及び受信器が接続される。送信器は、高周波磁場により被検体の核磁化を励起状態にするために、ラーモア周波数に対応する高周波電流パルス をRFコイル903に供給するために設けられるもので、典型的には、発振部、

位相選択部、周波数変換部、振幅変調部、高周波電力増幅部から構成される。また、受信器は、RFコイル903を介して被検体からのMR信号を受信するために、前段増幅部、中間周波数変換部、位相検波部、低周波増幅部、ローパスフィルタ、AD変換器から構成される。

【0078】

これら送信器及び受信器は、RFユニット940の中に収められている。RFユニット940の配置場所は、ケーブルを短縮して、電力損失やノイズ低減を図るために、RFコイル903に近い場所に設定されている。従来では、図20に点線で示すように、開口部941の縁部に近い真空蓋932にRFユニットを取り付けている。しかし、この場所は傾斜磁場コイル902からの漏れ磁場が最も大きい場所である。RFユニット940は導電性部品を多く含み、これら導電性部品に、傾斜磁場コイル902のから漏れ磁場により渦電流が発生し、その結果、導電性部品はローレンツ力により振動する。この振動が密閉容器933に伝わり騒音が発生する。

【0079】

本実施形態はこのRFユニット940を発生源とする騒音を低減することを目的としている。

RFユニット940は、開口部941の縁部に近い真空蓋932ではなく、さらに密閉容器933とは物理的に離間した場所、ここでは中心軸（Z軸）から架台円筒の半径方向に関して、RFコイル903の外側であって、開口部941に近いその真下付近に設置される。具体的には、RFユニット940は、重量のあるコンクリート製の架台ベース925、またはそれとは別体の専用のベース上に設置する。

【0080】

この設置場所は、従来の設置場所よりも、RFコイル903からの漏れ磁場の影響が少ない。そのためRFユニット940は導電性部品の振動は軽減される。しかも、RFコイル903を密閉容器933から物理的に離間させたこと、さらに、質量の重いコンクリート製の架台ベース925に取り付けたので、RFコイル903の微小な振動は、密閉容器933にほとんど伝わらない。

【 0 0 8 1 】

従って R F ユニット 9 4 0 を発生源とする騒音は低減され得る。

(第 1 0 実施形態)

上述したように傾斜磁場コイルは、騒音対策の為に、真空ポンプで内部空気が排気される密閉容器内に収容されている。密閉容器内の真空度（圧力）が高い（低い）ほど、騒音遮蔽効果は大きい。密閉容器内の真空度を高くするために、従来では、スキャン中、連続的に真空ポンプは運転されている。この連続運転は、真空ポンプの寿命を短縮する。能力が低下した真空ポンプを使うことは、密閉容器内の真空度を高くすることができず、騒音遮蔽効果は低下する。

【 0 0 8 2 】

本実施形態は、真空ポンプの負荷を軽減することで、騒音遮蔽効果をできるだけ長く持続することを実現する。

図 2 1 には、本実施形態に係る真空ポンプ及び配管システムを示している。密閉容器 1 0 0 1 はメインチューブ 1 0 0 3 を介して真空ポンプ 1 0 0 2 に接続される。メインチューブ 1 0 0 3 の途中には電磁バルブ 1 0 0 4 が配置される。メインチューブ 1 0 0 3 にはブランチチューブ 1 0 0 5 が連結され、その先は電磁バルブ 1 0 0 6 を介して開放されている。

【 0 0 8 3 】

真空ポンプ 1 0 0 2 の運転、電磁バルブ 1 0 0 4 の開閉、および電磁バルブ 1 0 0 6 の開閉は、ポンプ／バルブ制御部 1 0 2 0 の制御下にある。真空ポンプ 1 0 0 2 は、ポンプ／バルブ制御部 1 0 2 0 の制御に従って、図 2 2 に示すように、運転（ON）と停止（OFF）とを交互に繰り返す。運転期間 T 1 の長さと停止期間 T 2 の長さとは、密閉容器 1 0 0 1 内の圧力が所定の上限値を超えないように予め設定されている。これら運転期間 T 1 の長さと停止期間 T 2 の長さとは、それぞれ任意に調整可能である。

【 0 0 8 4 】

このように真空ポンプ 1 0 0 2 を、連続的ではなく、間欠的に運転することにより、真空ポンプ 1 0 0 2 を連続的に運転する場合よりも、オイルやオイルフィルター等のメンテナンス頻度を減らすことができる。

図 2 3 に示すように、電磁バルブ 1 0 0 4 の開閉、および電磁バルブ 1 0 0 6 の開閉は、このような真空ポンプ 1 0 0 2 の間欠的な運転に対して、ポンプ／バルブ制御部 1 0 2 0 により関連されている。

【 0 0 8 5 】

まず、ブランチチューブ 1 0 0 5 の電磁バルブ 1 0 0 6 は、真空ポンプ 1 0 0 2 の間欠的な運転に同期して開閉される。つまり、電磁バルブ 1 0 0 6 は、真空ポンプ 1 0 0 2 のオフからオンへの切替に同期して閉じられ、真空ポンプ 1 0 0 2 のオンからオフへの切替に同期して開けられる。

【 0 0 8 6 】

一方、メインチューブ 1 0 0 3 の電磁バルブ 1 0 0 4 は、真空ポンプ 1 0 0 2 の負荷を軽減するために、真空ポンプ 1 0 0 2 のオフからオンへの切替タイミングに対して、それより時間 T_3 だけ遅れて開けられ、真空ポンプ 1 0 0 2 のオンからオフへの切替タイミングに対して、それより時間 T_4 だけ早いタイミングで閉じられる。これらの時間差 T_3 、 T_4 は、数秒から数分の中から任意時間に設定される。

【 0 0 8 7 】

真空ポンプ 1 0 0 2 のオフからオンへの切替タイミングから時間 T_3 だけ遅れて電磁バルブ 1 0 0 4 を開けることにより、真空ポンプ 1 0 0 2 は、オンスタートしてから時間 T_3 という比較的短時間の間（プレバキューム期間）に、真空ポンプ 1 0 0 2 内の潤滑を完了することができる。これは、排気対象が、ポンプ吸気口から電磁バルブ 1 0 0 4 までの小さい容積であることを理由としている。そしてオンスタートしてから時間 T_3 経過後に、メインチューブ 1 0 0 3 のバルブ 1 0 0 4 が開けられ、電磁バルブ 1 0 0 4 から密閉容器 1 0 0 1 までの容積と密閉容器 1 0 0 1 の容積との合計の大容量を対象として排気オペレーション（メインバキューム）が開始されるが、このとき真空ポンプ 1 0 0 2 内の潤滑がすでに完了していることから、このメインバキュームオペレーションにスムーズに移行することができる。従って真空ポンプ 1 0 0 2 の負荷は軽減され得る。

【 0 0 8 8 】

次に、真空ポンプ 1 0 0 2 がオンスタートしてから所定時間（ $T_1 - T_4$ ）経

過後、つまり真空ポンプ 1 0 0 2 がオフになるタイミングよりも時間 T 4 早いタイミングで、メインチューブ 1 0 0 3 のバルブ 1 0 0 4 が閉じられる。これは、密閉容器 1 0 0 1 の圧力が十分低下した状態で、真空ポンプ 1 0 0 2 から密閉容器 1 0 0 1 を分離することを意味する。これにより真空ポンプ 1 0 0 2 の停止に伴う密閉容器 1 0 0 1 内の圧力の急激な上昇を未然に防止することができる。

【 0 0 8 9 】

(第 1 1 実施形態)

図 2 4 に第 1 1 実施形態に係る磁気共鳴イメージング装置の主要部の構成を示している。架台 1 1 0 1 には、静磁場 H0 を発生する静磁場磁石 1 1 0 2 と、傾斜磁場電源 (G - a m p) 1 1 0 5 から電流供給を受ける傾斜磁場コイル 1 1 0 3 と、RFコイル 1 1 0 4 と、シムコイル電源 (S h i m - a m p) 1 1 0 7 から電流供給を受けて静磁場不均一性を補正する磁場を発生する複数のシムコイル 1 1 1 6 とが組み込まれている。

【 0 0 9 0 】

傾斜磁場コイル 1 1 0 3 は、騒音対策の為に、真空ポンプ 1 1 1 1 で内部が真空又はそれに近い状態に維持される密閉容器 1 1 1 5 内に收容されている。密閉容器 1 1 1 5 の内部には、内部圧力を測定するための複数の真空度センサ (真空度計) 1 1 1 2 が離散的に配置されている。真空度センサ 1 1 1 2 で測定した真空度データは、記憶部 1 1 1 3 に送られ記憶される。またこの記憶部 1 1 1 3 には真空度データとともに、真空ポンプ 1 1 1 1 からの運転状況データが記憶される。運転状況データは、真空ポンプ 1 1 1 1 の運転時間を表している。

【 0 0 9 1 】

メンテナンス情報発生部 1 1 1 4 は、記憶部 1 1 1 3 に記憶されている真空度データ及び運転状況データに基づいて密閉容器 1 1 1 5 及び真空ポンプ 1 1 1 1 のメンテナンス情報を適時発生する。メンテナンス情報発生部 1 1 1 4 は、真空度データから密閉容器 1 1 1 5 内の真空度 (圧力) が、撮影領域での騒音が例えば 9 9 d B に対応する所定圧力よりも下がらないとき、真空ポンプ 1 1 1 1 及び密閉容器 1 1 1 5 のメンテナンスを促すメンテナンス情報を発生する。また、メンテナンス情報発生部 1 1 1 4 は、運転状況データから累積運転時間を計算し、

その累積運転時間が所定値を超えたとき、真空ポンプ 1 1 1 1 のメンテナンスを促すメンテナンス情報を発生する。メンテナンス情報は、密閉容器 1 1 1 5 及び真空ポンプ 1 1 1 1 のメンテナンスを促すための例えばメッセージであり、ディスプレイ 1 1 1 0 に表示される。

【 0 0 9 2 】

受信器 1 1 0 8 は、RF コイル 1 1 0 4 を介して MR 信号（高周波信号）を収集し、検波、AD 変換等の前処理を施して、プロセッサ 1 1 0 9 に出力する。プロセッサ 1 1 0 9 は、収集した MR データを処理し画像やスペクトルを発生する。これら画像やスペクトルはディスプレイ 1 1 1 0 に送られ表示される。

【 0 0 9 3 】

上記プロセッサ 1 1 0 9 は、画像やスペクトルを発生するメインの機能の他に、真空度データに基づいて、受信器 1 1 0 8 で収集した MR データの位相を補正し、また周波数シフトを行う機能を備えている。真空度の変動すると、それに伴って静磁場の強度 H_0 も変動する。静磁場の強度 H_0 が変動すると、それに伴って傾斜磁場が重畳していない静磁場のもとでの例えばプロトンの共鳴周波数 f_0 も変動する。プロセッサ 1 1 0 9 は、予め計測された真空度と共鳴周波数 f_0 との関係を表すデータを保持しており、この関係データを参照して、真空度データに対応する共鳴周波数（修正共鳴周波数） f_0 を特定する。この修正共鳴周波数 f_0 に基づいて、MRS（MR スペクトロスコピー）では、受信器 1 1 0 8 で収集した MR データの位相を補正し、周波数をシフトする。この補正したデータに基づいてスペクトルを発生する。実際には、データ収集を何度か繰り返し、それぞれのデータごとに個別に位相補正及び周波数シフトを行って、複数のスペクトルを発生し、これら複数のスペクトルを加算することが行われる。EPI（エコープラナーイメージング）のときには、収集データに基づいて EPI 画像を発生し、その EPI 画像を位相エンコード方向にシフトする（EPI 画像の位置シフトは、PE 方向が大きい、RO 方向にも少し発生する）。実際には、データ収集を何度か繰り返し、それぞれのデータごとに個別に EPI 画像を発生し、各画像を個別に位相エンコード方向にシフトし、これら複数の EPI 画像を加減算することが行われる。位相画像の場合も同様に、修正共鳴周波数 f_0 に基づいて位

相シフト量を計算し、その位相シフト量に基づいて位相画像を補正する。

【 0 0 9 4 】

このように本実施形態によると、メンテナンス情報を適時に発生することができる。また、真空度の変動に応じて位相及び周波数補正をかけることができる。

【 0 0 9 5 】

(第 1 2 実施形態)

図 2 5 に第 1 2 実施形態に係る磁気共鳴イメージング装置の主要部の構成を示している。架台 1 2 0 1 には、静磁場 H_0 を発生する静磁場磁石 1 2 0 2 と、傾斜磁場電源 (G - a m p) 1 2 0 5 から電流供給を受ける傾斜磁場コイル 1 2 0 3 と、送受信器 (R F - a m p) 1 2 0 8 に接続された R F コイル 1 2 0 4 と、シムコイル電源 (S h i m - a m p) 1 2 0 7 から電流供給を受けて静磁場不均一性を補正する磁場を発生する複数のシムコイル 1 2 1 6 とが組み込まれている。

【 0 0 9 6 】

傾斜磁場コイル 1 2 0 3 は、騒音対策の為に、真空ポンプ 1 2 1 1 で内部が真空又はそれに近い状態に維持される密閉容器 1 2 1 5 内に收容されている。密閉容器 1 2 1 5 の内部には、内部圧力を測定するための複数の真空度センサ (真空度計) 1 2 1 2 が離散的に配置されている。真空度センサ 1 2 1 2 で測定した真空度データに基づいてリアルタイムマネージャ 1 2 1 0 は、パルスシーケンスに応じて傾斜磁場電源 1 2 0 5、送受信器 1 2 0 8、シムコイル電源 1 2 0 7 を制御するシーケンスコントローラ 1 2 0 9 に対してパルスシーケンスの実行を待機させる等の指令を出力する。また、リアルタイムマネージャ 1 2 1 0 は、測定された真空度データに基づいて真空ポンプ 1 2 1 1 の運転を制御する。なお、システムマネージャ 1 2 1 3 はコンソール 1 2 1 4 を介して入力された操作者の指示にしたがってシステム全体の制御を行うために設けられている。

【 0 0 9 7 】

まず、リアルタイムマネージャ 1 2 1 0 のリアルタイム制御について説明する。リアルタイムマネージャ 1 2 1 0 は、次の機能を実行する。

(1) スキャン開始に先立って真空ポンプ 1 2 1 1 が運転を開始するが、この

とき密閉容器 1 2 1 5 内の真空度（密閉容器内部圧力）が所定値を下回るまで、シーケンスコントローラ 1 2 0 9 に対してスキャン開始の指令を出さない。つまり、リアルタイムマネージャ 1 2 1 0 は、真空度が所定値を越えた時点で、はじめてシーケンスコントローラ 1 2 0 9 に対してスキャン開始の指令を発する。（2）MRS や EPI 等の磁場変動に敏感なパルスシーケンスを行うとき、特にスキャン中に真空ポンプ 1 2 1 1 を連続運転をさせる。（3）スキャン中に真空度が所定値を超えたとき、当該スキャンを停止する指令をシーケンスコントローラ 1 2 0 9 に対してスキャン開始の指令を発する。（4）真空度が所定値を下回っているとき、スキャン開始前に真空ポンプ 1 2 1 1 を運転させ、真空度が所定値に達するまで、シーケンスコントローラ 1 2 0 9 に対してスキャン開始の指令を出さない。

【0098】

（5）撮影条件（パルスシーケンスの種類、アベレージ数、ダイナミック撮影等）に応じて真空ポンプ 1 2 1 1 の運転パターンを使い分ける。例えば、磁場変動にそれほど敏感でないスピンエコー等のパルスシーケンスを行うとき、図 2 6（a）に示すようにポンプ 1 2 1 1 を間欠的に運転させる。例えば真空ポンプ 1 2 1 1 を期間 $\Delta T 1$ 運転し、次にその運転を期間 $\Delta t 1$ の間停止する。この運転／停止を交互に繰り返す。磁場変動に比較的敏感なパルスシーケンスを行うとき、図 2 6（b）に示すようにポンプ 1 2 1 1 の運転期間 $\Delta T 2$ 及び停止期間 $\Delta t 2$ を $\Delta T 1$ 及び $\Delta t 1$ よりも短縮し、それにより磁場変動幅を小さくする。さらに、MRS や EPI 等の磁場変動に対して非常に敏感なパルスシーケンスを行うとき、上記（2）と同様に、図 2 6（c）に示すようにポンプ 1 2 1 1 を連続的に運転する。さらに、MRS や EPI 等の磁場変動に対して非常に敏感なパルスシーケンスを行うとき、ポンプ 1 2 1 1 を連続的に運転する代わりに、ポンプ 1 2 1 1 を停止して、密閉容器内部を大気圧にするようにしてもよい。この場合、騒音低減効果は期待できないが、少なくとも磁場変動は解消される。なお、リアルタイムマネージャ 1 2 1 0 は、大気圧でも良好に画像再構成ができるように、大気圧に対応する画質パラメータ（磁場不均一性、中心周波数、位相ずれ）の情報を予め保持し、これらパラメータに応じて送受信器 1 2 0 8 は、シムコイル電

流、送受信器 1 2 0 8 の高周波電流パルスを中心周波数及び位相、さらに受信系の参照周波数及び位相を調整する。

【 0 0 9 9 】

(6) 測定された真空度と所定値との比較結果に従ってポンプ 1 2 1 1 を運転／停止する。つまり、測定された真空度が上限値を超えているとき、ポンプ 1 2 1 1 を運転し、逆に測定された真空度が下限値を下回っているとき、ポンプ 1 2 1 1 を停止する。これにより真空度の変動を、上限値と下限値の間の範囲に抑えることができる。この上限値、下限値は、(5) と同様に、撮影条件に応じて変更され得る。

【 0 1 0 0 】

(7) さらにポンプ 1 2 1 1 を連続運転しても真空度が所定値以下に下がらないとき、音声又は画像表示により警告を発生する。

【 0 1 0 1 】

リアルタイムマネージャ 1 2 1 0 は真空度に応じて次のような補正を行う機能も備えている。(1) 真空度に応じて磁場の不均一性は変化する。真空度と磁場不均一性との関係を予め測定し、リアルタイムマネージャ 1 2 1 0 に保持させておく。リアルタイムマネージャ 1 2 1 0 は、この関係を参照して真空度に応じて磁場不均一性を特定し、その特定した磁場不均一性に応じてシムコイル 1 2 0 7 に流すシムコイル電流を調整する。これにより磁場不均一性を即時的に補正することができる。なお、実際的には、真空度と磁場不均一性との関係は離散的に測定され、その離散値から線形補間により磁場不均一性を求めることになる。(2) 真空度の変動すると、それに伴って静磁場の強度も変動し、それにより傾斜磁場が重畳していない静磁場のもとでの例えばプロトンの共鳴周波数 B_0 も変動する。リアルタイムマネージャ 1 2 1 0 は、この真空度に対応する共鳴周波数 B_0 に応じて、送受信器 1 2 0 8 の送信系の高周波電流パルスを中心周波数及び位相を調整する。また、受信系の参照周波数及び位相を調整する。

【 0 1 0 2 】

(変形例)

本発明は、上述した実施形態に限定されるものではなく、実施段階ではその要

旨を逸脱しない範囲で種々変形して実施することが可能である。さらに、上記実施形態には種々の段階が含まれており、開示される複数の構成要件における適宜な組み合わせにより種々の発明が抽出され得る。例えば、実施形態に示される全構成要件から幾つかの構成要件が削除されてもよい。

【 0 1 0 3 】

【発明の効果】

本発明によれば、傾斜磁場コイル等を発生源とする騒音を良好に抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の好ましい実施形態による磁気共鳴イメージング装置の基本的構成を示す図。

【図 2】

第 1 実施形態に係る架台の縦断面図。

【図 3】

図 2 の破線内の拡大図。

【図 4】

第 2 実施形態に係る密閉容器の構造を示す図。

【図 5】

第 3 実施形態に係る密閉容器の斜視図。

【図 6】

図 5 の密閉容器と静磁場磁石容器との接合を示す横断面図。

【図 7】

第 4 実施形態に係る静磁場磁石のクライオスタットの縦断面図。

【図 8】

図 7 の動的振動吸収器の内部構造図。

【図 9】

第 7 実施形態の他の例によるコールドヘッド部分の内部構造図。

【図 1 0】

第 6 実施形態に係る架台の縦断面図。

【図 1 1】

第 7 実施形態に係る傾斜磁場コイルユニットの縦断面図。

【図 1 2】

第 7 実施形態において、ノイズ電波の発生原理を示す図。

【図 1 3】

図 1 1 のチューナ銅板及びその接続部品を示す図。

【図 1 4】

第 7 実施形態において、金属部品どうしの接続例を示す図。

【図 1 5】

第 7 実施形態において、金属部品どうしの他の接続例を示す図。

【図 1 6】

第 7 実施形態において、金属部品どうしの絶縁接続例を示す図。

【図 1 7】

第 7 実施形態において、金属部品どうしの他の絶縁接続例を示す図。

【図 1 8】

第 7 実施形態において、金属部品どうしのさらに他の絶縁接続例を示す図。

【図 1 9】

第 8 実施形態に係る R F シールドの斜視図。

【図 2 0】

第 9 実施形態に係る磁気共鳴イメージング装置の架台の縦断面図。

【図 2 1】

第 1 0 実施形態に係る密閉容器の真空ポンプの系統図。

【図 2 2】

第 1 0 実施形態において、密閉容器内の圧力変化を示す図。

【図 2 3】

第 1 0 実施形態において、真空ポンプのオン／オフとバルブの開閉とのタイミングチャート。

【図 2 4】

第 1 1 実施形態に係る磁気共鳴イメージング装置の主要部構成図。

【図 2 5】

第 1 2 実施形態に係る磁気共鳴イメージング装置の主要部構成図。

【図 2 6】

第 1 2 実施形態において、真空ポンプの運転パターンのバリエーションを示す図。

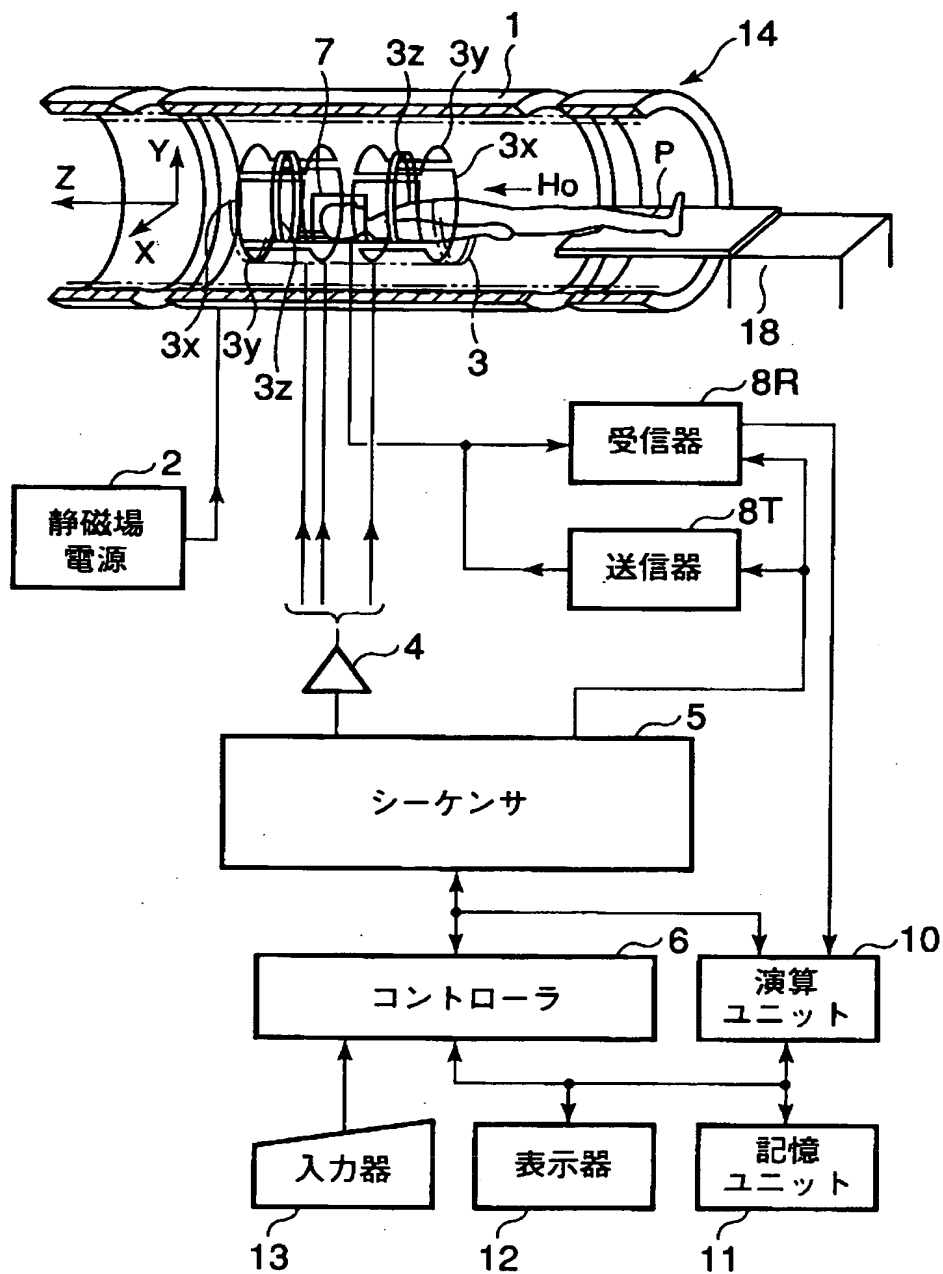
【符号の説明】

- 1 … 静磁場磁石、
- 2 … 静磁場電源、
- 3 … 傾斜磁場コイル 3、
- 4 … 傾斜磁場電源、
- 5 … シーケンサ、
- 6 … コントローラ、
- 7 … R F コイル、
- 8 T … 送信器、
- 8 R … 受信器、
- 1 0 … 演算ユニット、
- 1 1 … 記憶ユニット、
- 1 2 … 表示器、
- 1 3 … 入力器、
- 1 4 … 架台（ガントリ）、
- 1 8 … 寝台。

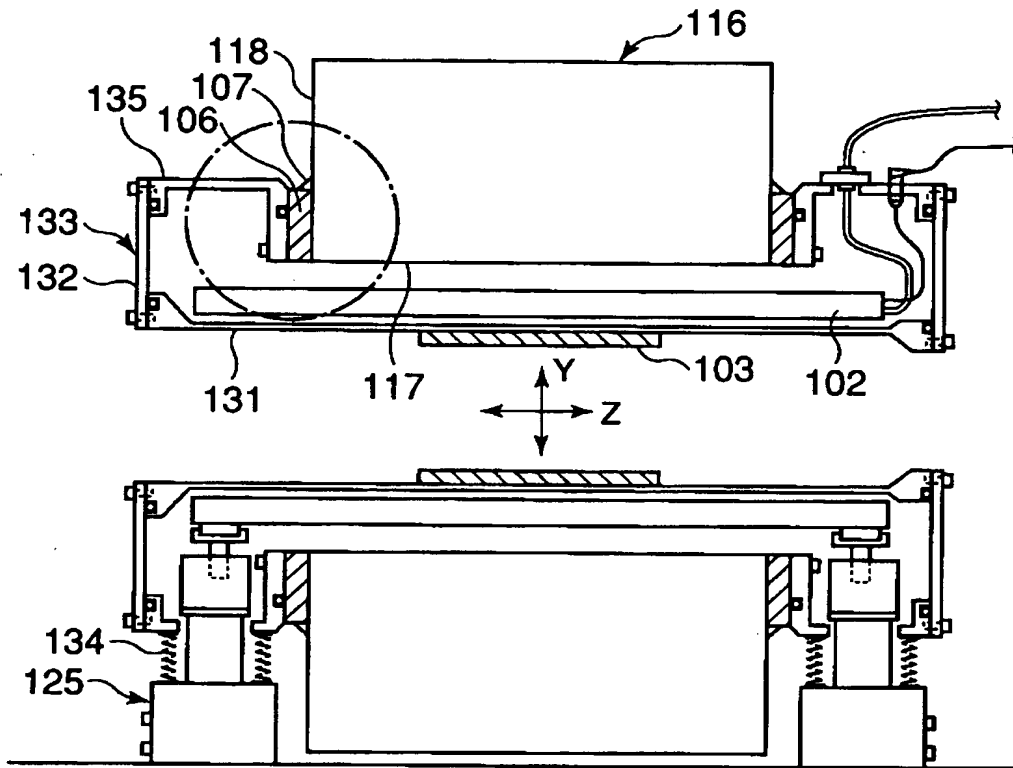
【書類名】

図面

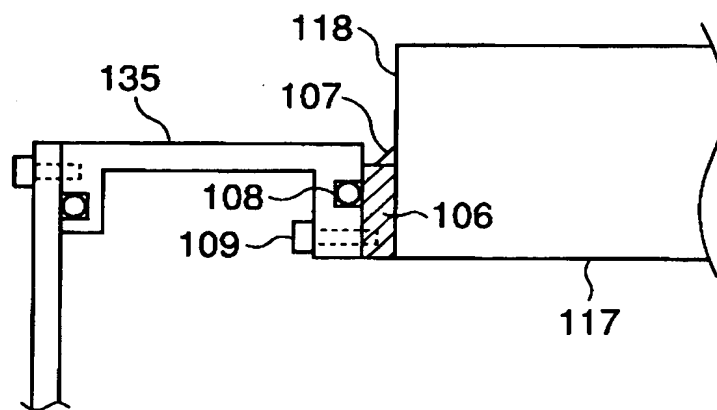
【図1】



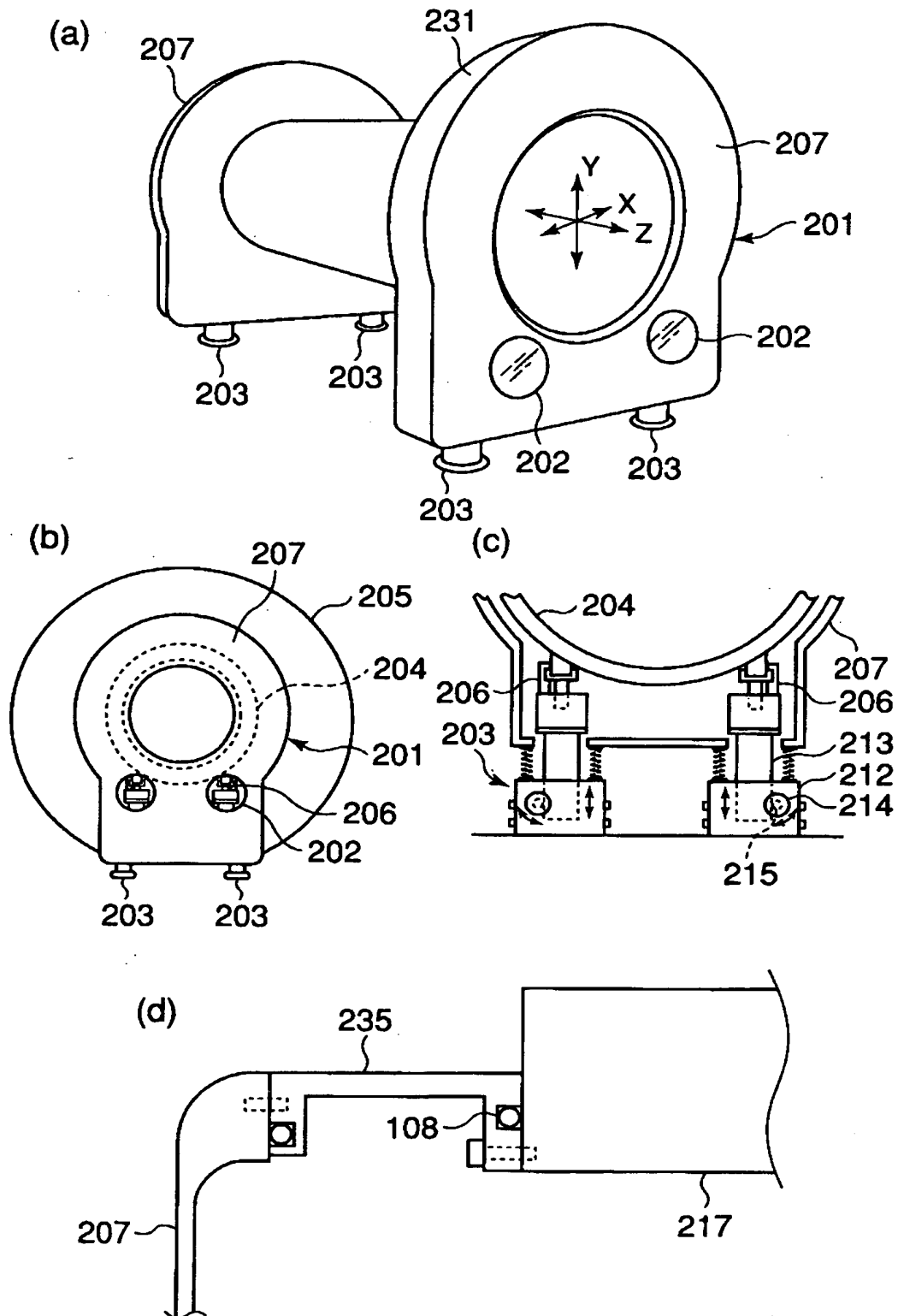
【図 2】



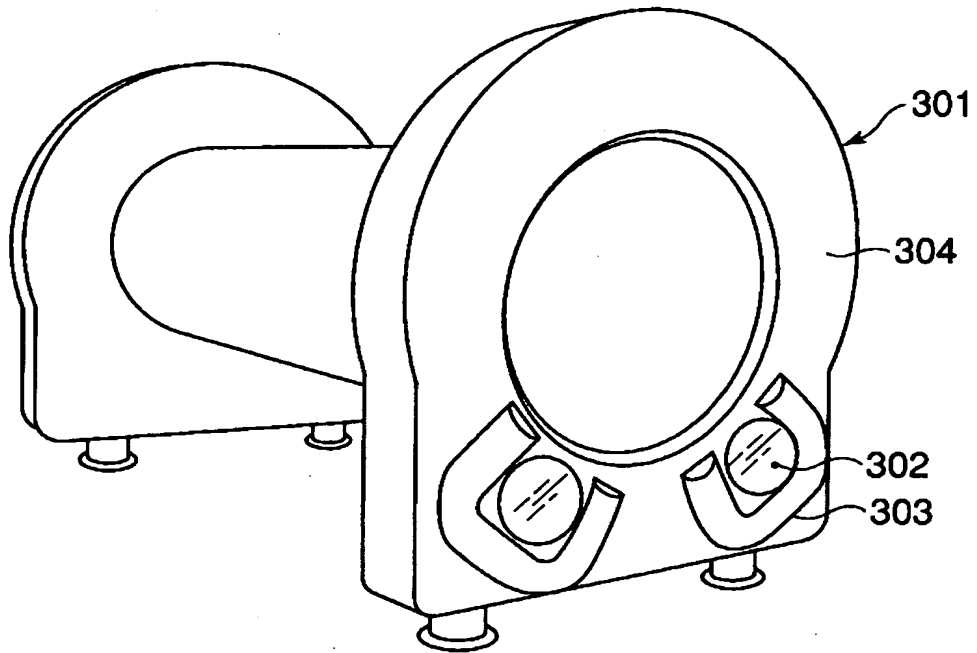
【図 3】



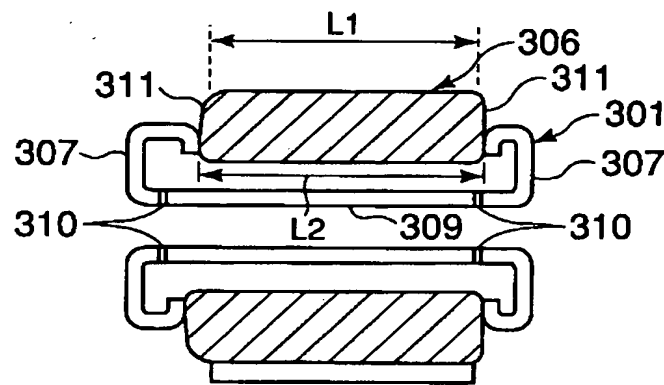
【図 4】



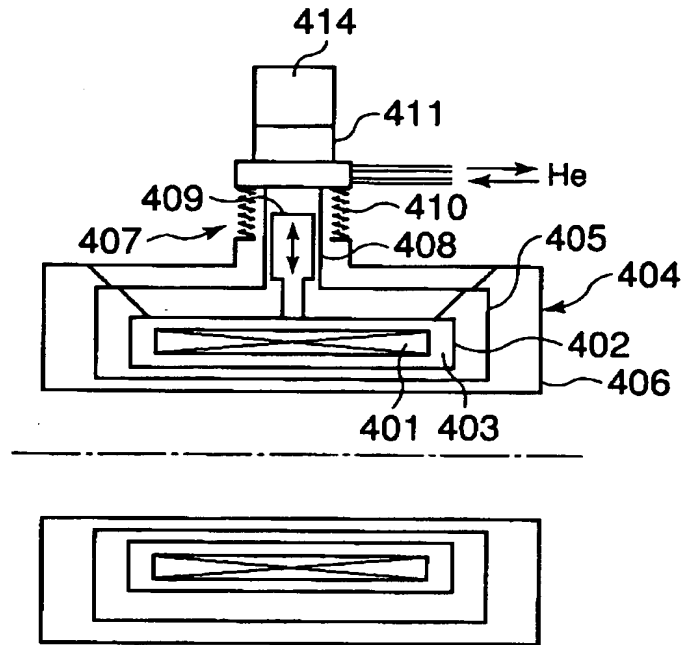
【図 5】



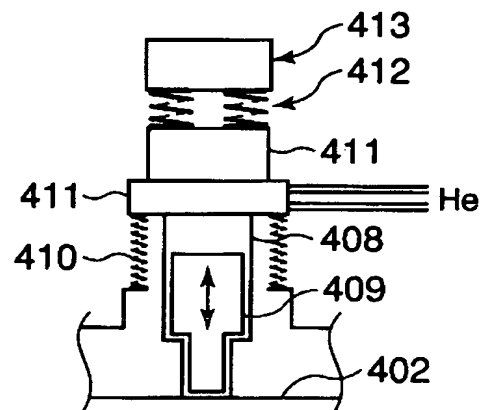
【図 6】



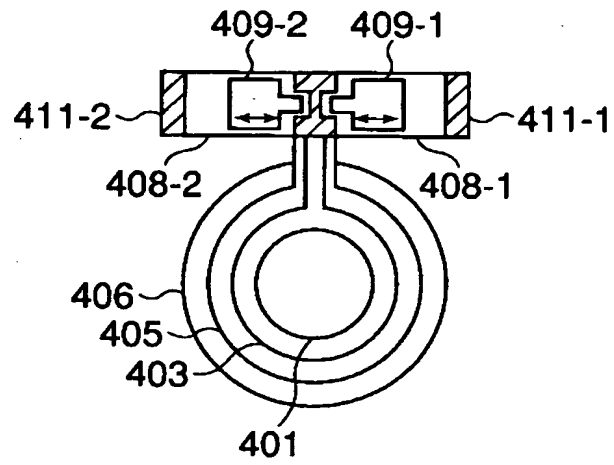
【図 7】



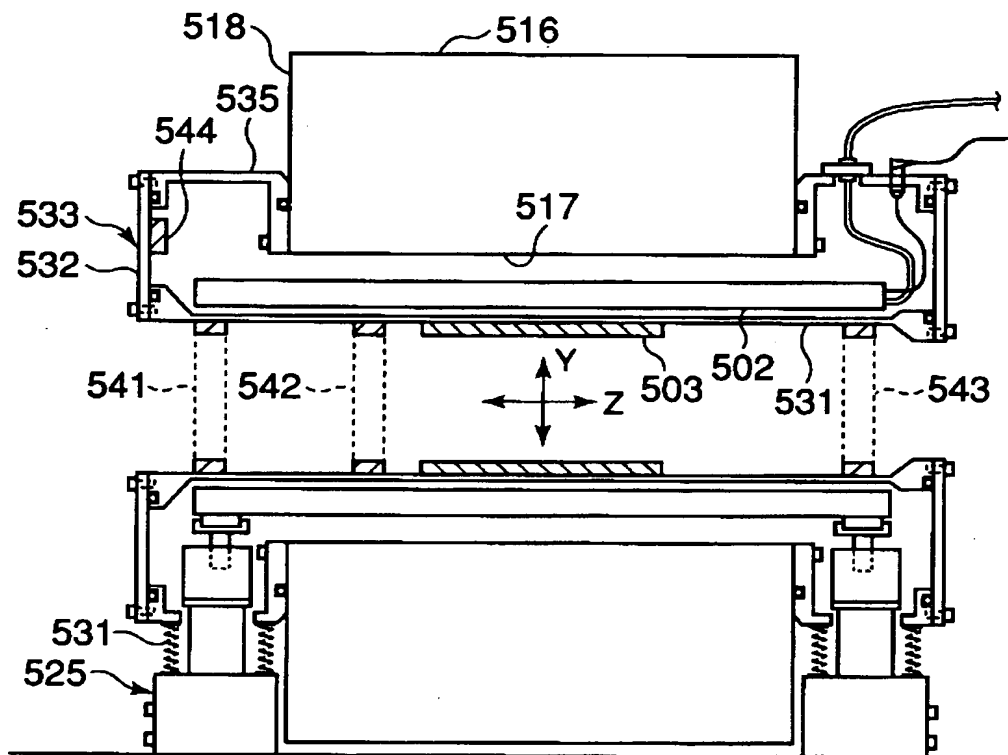
【図 8】



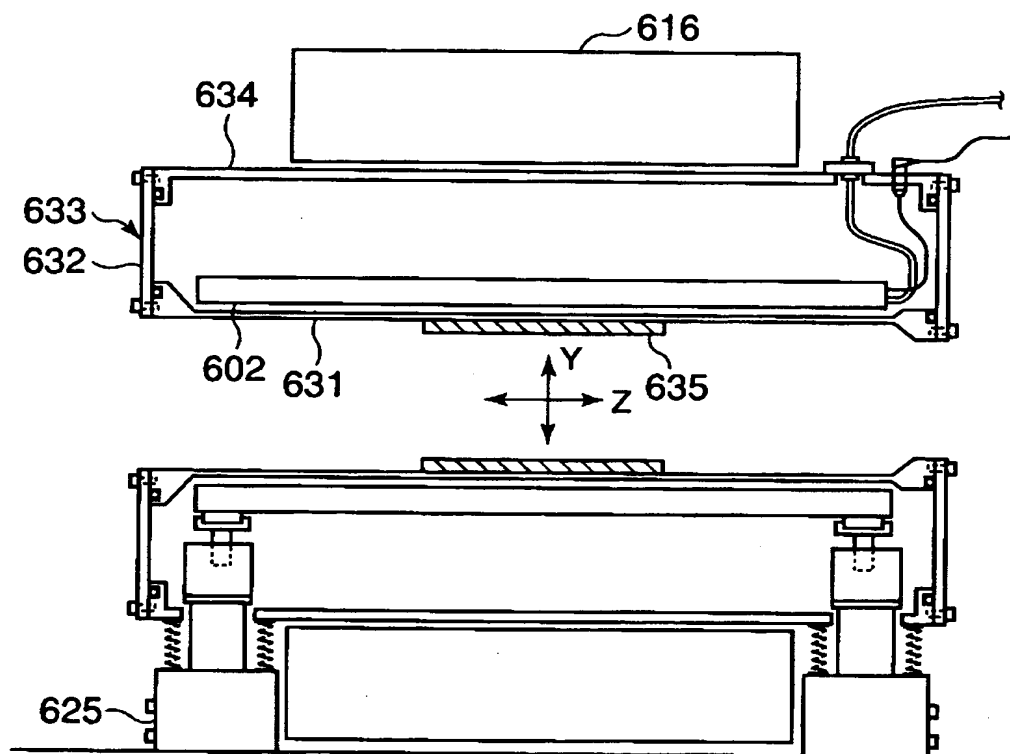
【図 9】



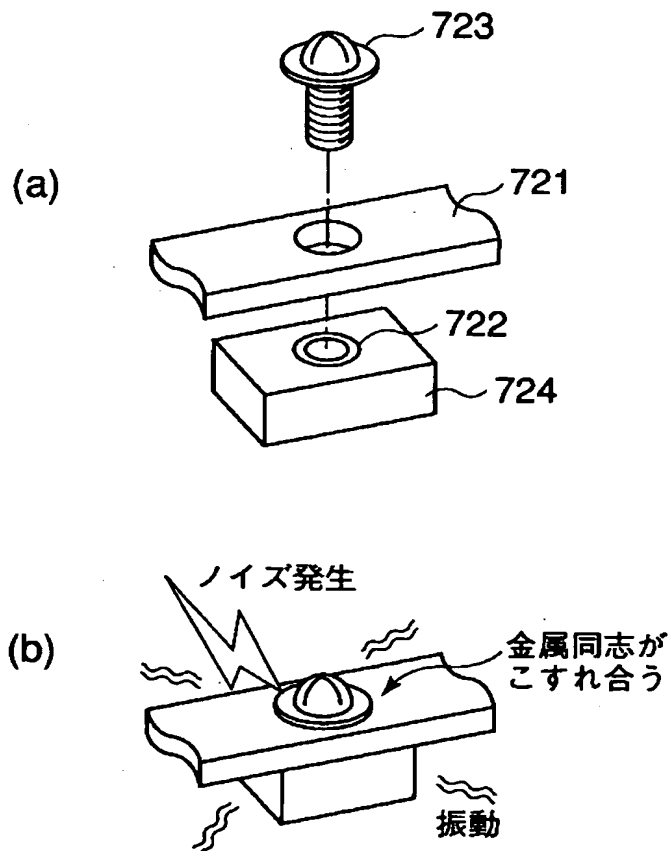
【図 1 0】



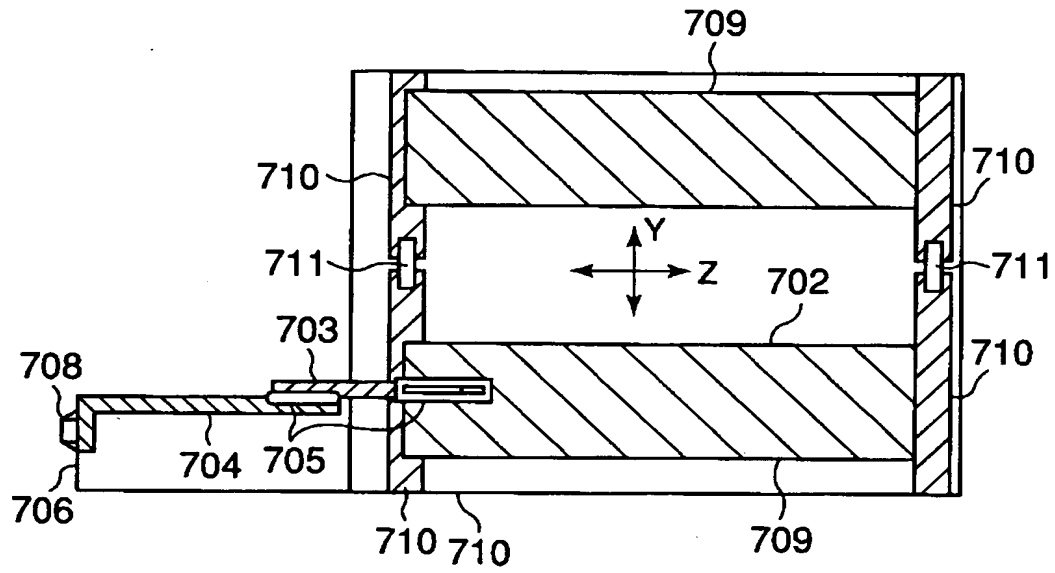
【図 1 1】



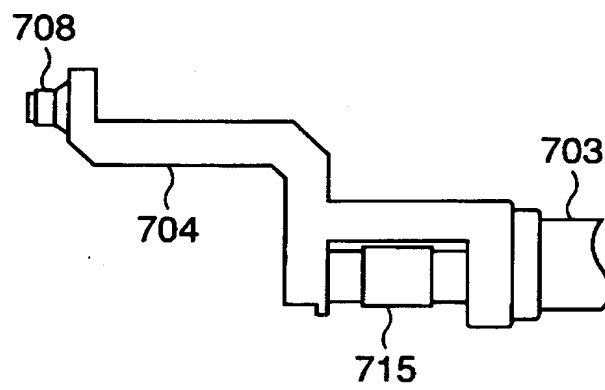
【図 1 2】



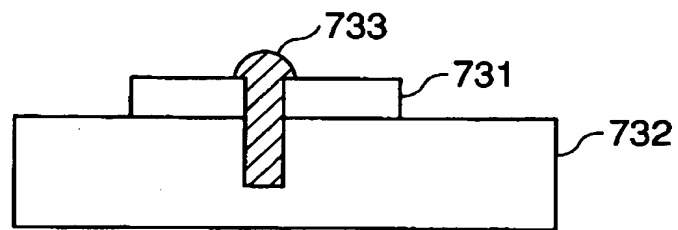
【図 1 3】



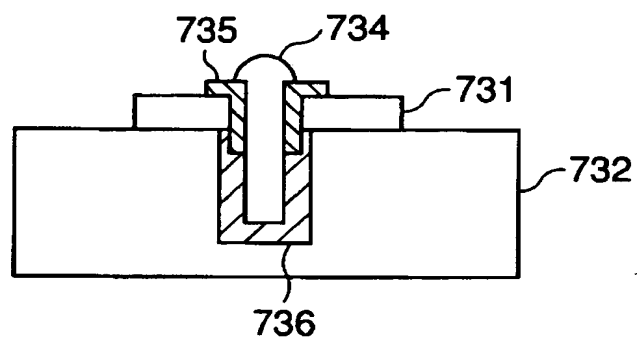
【図 1 4】



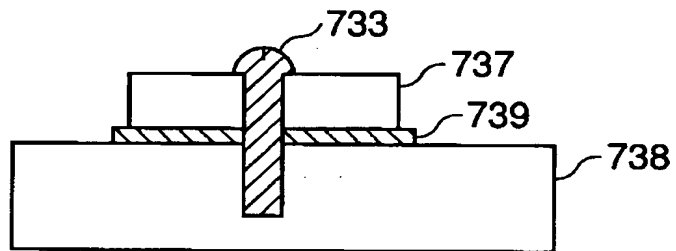
【図 1 5】



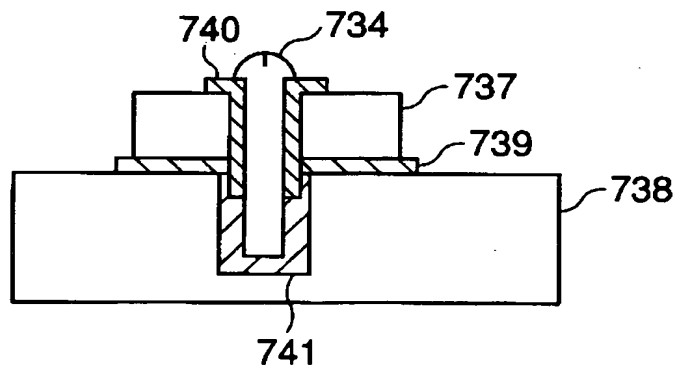
【図 1 6】



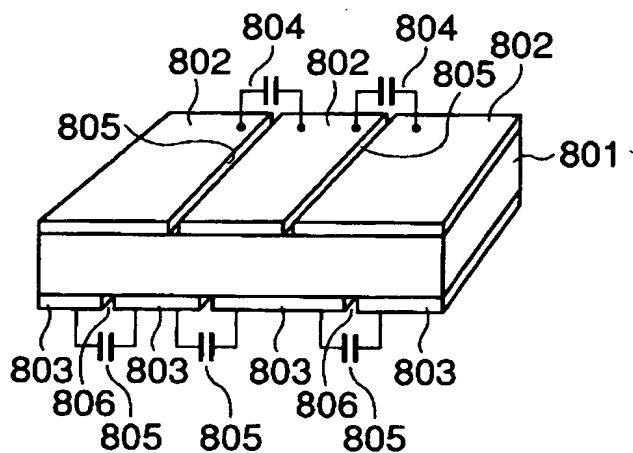
【図 1 7】



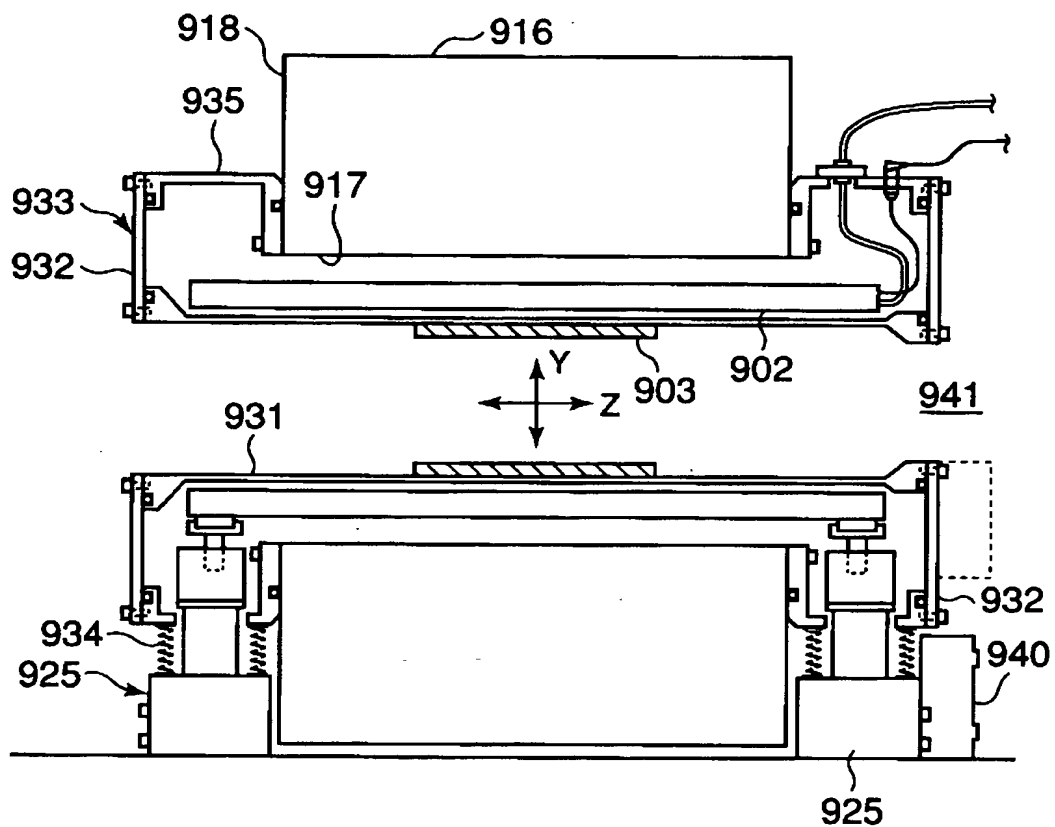
【図 1 8】



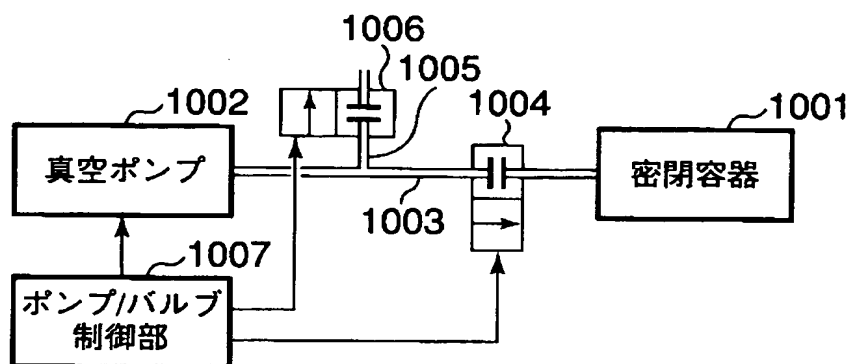
【図 1 9】



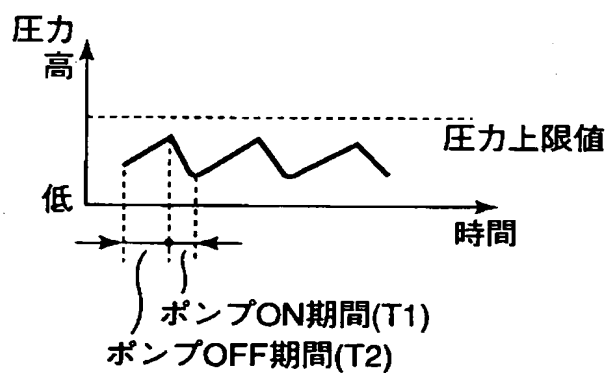
【図 2 0】



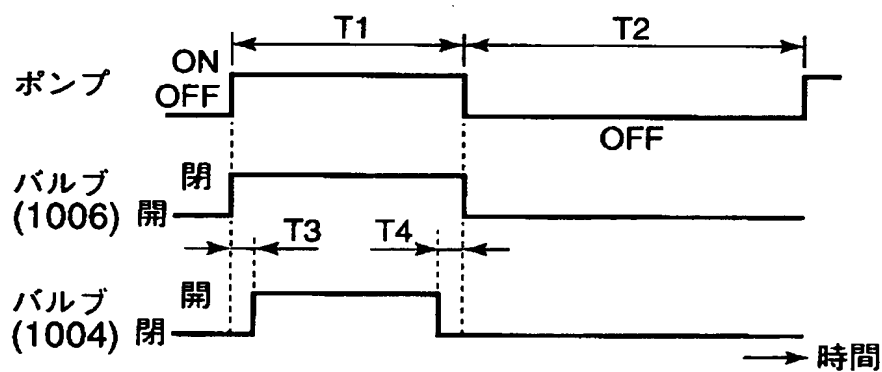
【図 2 1】



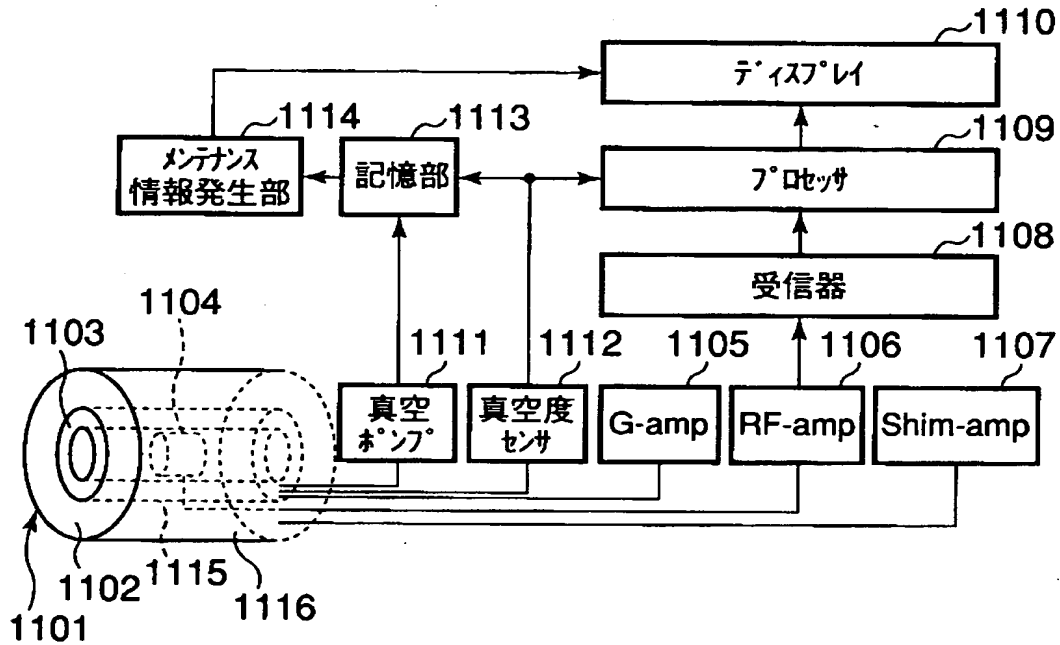
【図 2 2】



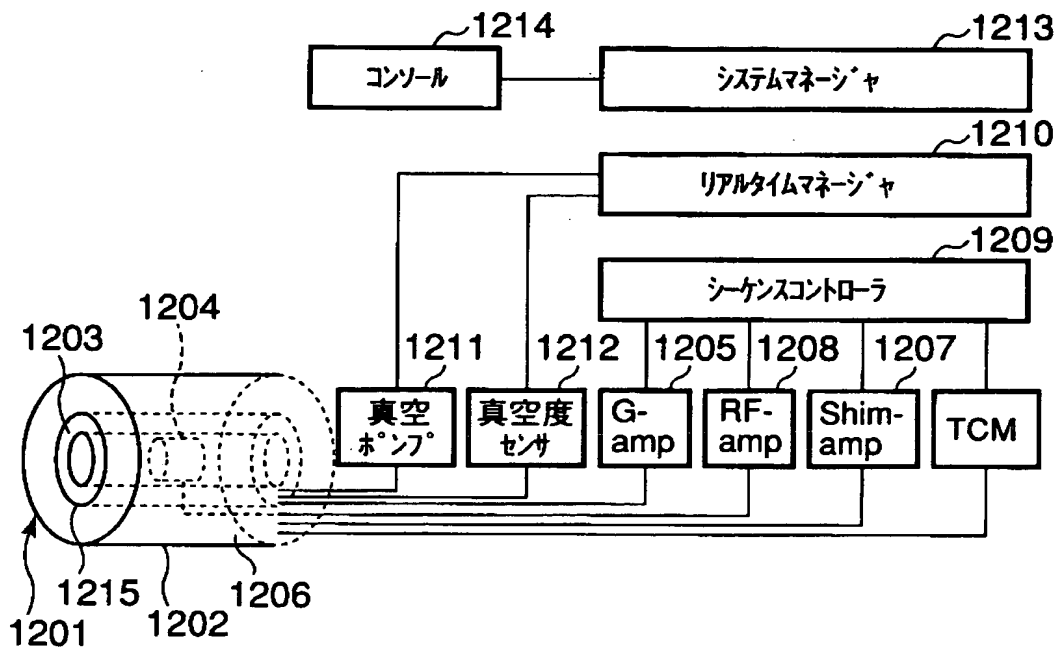
【図 2 3】



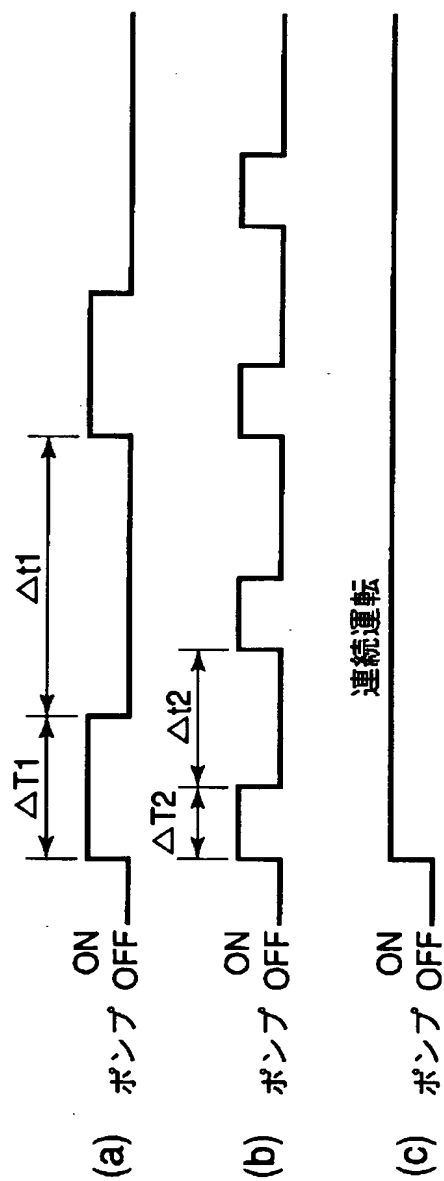
【図 2 4】



【図 2 5】



【図 2 6】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】本発明の目的は、磁気共鳴イメージング装置において、傾斜磁場コイル等を発生源とする騒音を良好に抑制することにある。

【解決手段】本発明は、静磁場磁石と、傾斜磁場コイル 1 0 2 と、高周波コイル 1 0 3 と、傾斜磁場コイル 1 0 2 を収容する密閉容器 1 3 3 とを備える磁気共鳴イメージング装置において、密閉容器 1 3 3 は、環状のフランジ 1 0 6 を介して静磁場磁石の容器 1 1 6 に接合される。

【選択図】 図 2

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 0 - 4 0 0 3 6 1
受付番号	5 0 0 0 1 6 9 9 6 9 0
書類名	特許願
担当官	大畑 智昭 7 3 9 2
作成日	平成 1 3 年 1 月 1 0 日

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】

【識別番号】	594164531
【住所又は居所】	東京都北区赤羽 2 丁目 1 6 番 4 号
【氏名又は名称】	東芝医用システムエンジニアリング株式会社

【特許出願人】

【識別番号】	000003078
【住所又は居所】	神奈川県川崎市幸区堀川町 7 2 番地
【氏名又は名称】	株式会社東芝

【代理人】

申請人

【識別番号】	100058479
【住所又は居所】	東京都千代田区霞が関 3 丁目 7 番 2 号 鈴榮内外 國特許法律事務所内
【氏名又は名称】	鈴江 武彦

【選任した代理人】

【識別番号】	100084618
【住所又は居所】	東京都千代田区霞が関 3 丁目 7 番 2 号 鈴榮内外 國特許法律事務所内
【氏名又は名称】	村松 貞男

【選任した代理人】

【識別番号】	100068814
【住所又は居所】	東京都千代田区霞が関 3 丁目 7 番 2 号 鈴榮内外 國特許法律事務所内
【氏名又は名称】	坪井 淳

【選任した代理人】

【識別番号】	100092196
【住所又は居所】	東京都千代田区霞が関 3 丁目 7 番 2 号 鈴榮内外 國特許法律事務所内
【氏名又は名称】	橋本 良郎

次頁有

認定・付加情報（続き）

【選任した代理人】

【識別番号】 100091351

【住所又は居所】 東京都千代田区霞が関 3 丁目 7 番 2 号 鈴榮内外
國特許法律事務所内

【氏名又は名称】 河野 哲

【選任した代理人】

【識別番号】 100088683

【住所又は居所】 東京都千代田区霞が関 3 丁目 7 番 2 号 鈴榮内外
國特許法律事務所内

【氏名又は名称】 中村 誠

【選任した代理人】

【識別番号】 100070437

【住所又は居所】 東京都千代田区霞が関 3 丁目 7 番 2 号 鈴榮内外
國特許法律事務所内

【氏名又は名称】 河井 将次

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [594164531]

1. 変更年月日	1997年10月22日
[変更理由]	名称変更
住 所	東京都北区赤羽2丁目16番4号
氏 名	東芝医用システムエンジニアリング株式会社

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000003078]

1. 変更年月日	1990年 8月22日
[変更理由]	新規登録
住 所	神奈川県川崎市幸区堀川町72番地
氏 名	株式会社東芝